

Tartu Ülikool
Loodus- ja täppisteaduste valdkond
Ökoloogia ja maateaduste instituut
Loodusteadusliku hariduse keskus

Terje Põvvat
Loodusteadusliku kirjaoskuse taseme kognitiivse komponendi
määramine interdistsiplinaarsete teemade näitel

Magistritöö (30 EAP)
Gümnaasiumi loodusteaduste õpetaja

Juhendaja: prof Miia Rannikmäe

TARTU
2016

**Loodusteadusliku kirjaoskuse taseme kognitiivse komponendi määramine
interdistsiplinaarsete teemade näitel
Determining the level of cognitive component of scientific literacy in interdisciplinary
settings**

Autorid: Terje Põvvat, Miia Rannikmäe

Märksõnad: loodusteaduslik kirjaoskus, mõistekaart, interdistsiplinaarne mõiste, klaster

CERCS: S272 “Õpetajakoolitus“

Magistritöö eesmärgiks oli määratleda loodusteadusliku kirjaoskuse kognitiivne tase rasvade teema käsitlemisel, täpsemalt milline on interdistsiplinaarsete mõistetega seotud teadmiste ja oskuste osa selle teema omandamisel. Uuriti millised kategooriad iseloomustavad interdistsiplinaarsete mõistete omandatust 11. ja 12. klassi õpilaste poolt. Selleks koostati interdistsiplinaarne test, mis mõõtis mil määral kasutavad õpilased bioloogia ja keemia ainekavaga seotud interdistsiplinaarseid mõisteid kõrgemat järku kognitiivsete oskustes nagu sotsiaalteaduslike probleemide identifitseerimine ja otsuste põhjendamine. Testiti sada viieteist 11. ja 12. klassi õpilast kolmest koolist. Töö põhitulemuseks on õpilaste interdistsiplinaarsete teadmiste ja oskuste kirjeldamine loodusteadusliku kirjaoskuse kognitiivse komponendi kolmele tasemele (nominaalne, funktsionaalne ja strukturealne) vastavalt.

Authors: Terje Põvvat, Miia Rannikmäe

Keywords: science literacy, concept map, interdisciplinary settings, cluster

CERCS:S272 “Teacher education“

The aim of the master thesis was to determine students' cognitive level of scientific literacy related to the subject of fats – namely, which knowledge and skills were related with interdisciplinary concepts. Examined was those categories, which characterize the acquisition of interdisciplinary concepts indicated by 11th and 12th grade students. For this purpose, an interdisciplinary test was developed measure the extent to which students use interdisciplinary concept related to the study of biology and chemistry using higher-order cognitive skills such as the identification of socio-scientific problems and reasoning of decisions made. It was use

to test 115 11th and 12th grade students from three schools. The main results a description of the students' interdisciplinary knowledge and skills and aoutcomes on the cognitive component of scientific literacy at three levels (nominal, functional and structural, respectively).

SISUKORD

SISUKORD	4
SISSEJUHATUS	5
1. Kirjanduse ülevaade	8
1.1. Loodusteaduslik kirjaoskus	8
1.1.1. Loodusteadusliku kirjaoskuse tasemete hindamine	10
1.2. Interdistsiplinaarsus loodusainete õpetamisel	13
1.3. Mõistekaardi meetod	15
1.4. (Trans)rasvhapete teema käsitus keemia ja bioloogia õpikutes	18
2. Metoodika ja valim.....	21
2.1. Valim	21
2.2. Instrument	22
2.3. Andmetöötlus.....	25
2.3.1. Loodusteadusliku kirjaoskuse kognitiivsete tasemete kirjelduste loomine õpilaste vastuste põhjal.....	27
3. Tulemused ja analüüs	28
3.1. Testi I osa.....	28
3.1.1. Interdistsiplinaarse mõiste sisu reprodutseerimine	28
3.1.2. Protsessiga seotud mõistete rühmitamine	30
3.1.3. Mõistekaardi koostamine	34
3.2. Testi II osa	39
3.2.1. Sotsiaalteaduslike probleemide ära tundmine meedia tekstis	39
3.2.2. Põhjendatud sotsiaalteadusliku otsuse tegemine.....	42
3.3. Loodusteadusliku kirjaoskuse kognitiivsete tasemete kirjelduste loomine õpilaste vastuste põhjal	44
4. Arutelu ja järeldused	48
KOKKUVÕTE	52
KASUTATUD KIRJANDUS	54
SUMMARY	64
LISAD	67

SISSEJUHATUS

Juba pikemat aega nähakse probleemi selles, et koolist saadavad teadmised ja oskused ei vasta ühiskondlikele ootustele. Teadustöodes kõlab, et kiired muutused maailmas, sealhulgas tehnoloogia areng, teaduslik innovatsioon, globaliseerumine, migratsioon, surve majanduslikule konkurentsivõimele, ning riikide vahelised keskkonna alased probleemid ja poliitilised väljakutsed nõuavad sügavamaid teadmisi hõlmavaid õpiväljundeid ja komplekssemaid mõtlemis ja suhtlemis oskuseid (Fraser ja Walberg, 1995; Levy ja Murnane, 2005; P21, 2008; Stewart, 2010; Wilmarth, 2010; Scott, 2015).

Kuna loodusteadustest ja tehnoloogiast arusaamine mängib kaasaegses maailmas järjest olulisemat rolli (HM, 2010), peetakse loodusteadusliku kirjaoskuse arendamist 21. sajandi loodusteadusliku hariduse eesmärgiks nii maailmas kui Eestis (Rannikmäe, 2005; Holbrook, 2010; Choi, Lee, Shin, Kim ja Krajcik, 2011; GRÕK, 2011). Nii Ameerika Ühendriikides kui ka Euroopas on suurenenud teadus ja tehnoloogia valdkonnas töökohtade arv ja seetõttu on probleemiks saanud asjaolu, et liiga väike arv koolilõpetajaid seostab oma tulevast karjääri vastavate valdkondadega (EC, 2004, Foster ja Shiel-Rolle, 2011). Lisaks ei vaja ühiskond ainult teadlasi ja insenere, kes teevad või loovad midagi, vaid ka kodanikke (Rannikmäe ja Soobard, 2014), kellel oleks tulevikus aktiivsete ühiskonnaliikmetena võimalus osaleda avalikes aruteludes, otsustusprotsessides ning oskus kohandada oma elustiili ja tööd kiiresti arenevas ja muutuv maailmas (Murcia, 2009). Lahendust ei näi paistvat, sest rahvusvahelistes uurimistöodes on täheldatud, et õppeaine relevantsus on loodusteaduslikus hariduses olnud aastaid suur probleem (Sjøberg, 2002). Õpilased arvavad, et tihti koolis õpetatav ei ole kasulik igapäevaelus ja vajalikke oskusi ei kujundata loodusteaduslike õppeainete tundides piisaval määral (Osborne ja Collins, 2001; Holbrook, 1998, 2008; Dillon, 2009). Sellest lähtuvalt on oluline, et loodusteadustest kujundatavad oskused aitaks paremini selgitada ümbritseva maailmaga seotud asju, sündmusi ja nähtusi, kuid sama oluline on, et õppeprotsess pakus rahulolu ja kasvataks huvi loodusainete vastu. (Henno, Tire, Lepmann, Reiska ja Ehala, 2007; HM, 2010; Harlen 2010; Rannikmäe, Teppo ja Holbrook, 2010)

Muudatuste vajaduse olulisust hariduses nähakse ka Eestis. Jaak Aaviksoo (2013) osutab, et lõhe koolis omandatava hariduse ja tänapäeva maailmas vajamineva hariduse vahel kasvab. Veelgi enam Eesti Vabariigi president Toomas Hendrik Ilves (2014) rõhutab, et me peame

täna sel õpetamisel pöörama pilgu tulevikku ja tegutsema enne, kui etteaimatavad muutused juba kohal on.

Praegu kehtivas Gümnaasiumi riiklikus õppekavas sätestatakse gümnaasiumi alusväärtusena, põhikoolis toimunud väärtuskasvatuse jätkamine, kujundades eelkõige väärtushoiakuid ja - hinnanguid, mis on isikliku õnneliku elu ja ühiskonna eduka koostoimimise aluseks ja aitavad kaasa ühiskonna inimvara ning riigi majanduse arengule. Loodusteaduslikku pädevust defineeritakse loodusteaduste- ja tehnoloogiaalase kirjaoskusena (edaspidi loodusteaduslik kirjaoskus), mis hõlmab oskust teha tõenduspõhiseid otsuseid ja suutlikkus kasutada loodusteadustele omast keelt ja meetodeid lahendades erinevaid ülesandeid kõigis elu- ja tegevusvaldkondades. Mõista loodusteaduste ja tehnoloogia tähtsust ning mõju igapäevaelule, loodusele ja ühiskonnale ning teaduse ja tehnoloogiaga seotud piiranguid ja riske. (GRÕK, 2011)

Käesoleva magistritöö eesmärgiks on välja selgitada, milline on gümnaasiumi lõpuklasside õpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse kognitiivse komponendi tase keemia ja bioloogia tundides interdistsiplinaarset käsitlust eeldava teema kontekstis. Loodusteadusliku kirjaoskuse tasemeid mõõdetakse kognitiivse testiga läbi mõistete reprodutseerimise ja seostamise, probleemi nägemise ja põhjendamisoskuse. Püstitati järgmised uurimisküsimused:

1. Millised kategooriad iseloomustavad interdistsiplinaarsete mõistete omandatust 11. ja 12. klassi õpilaste poolt?
2. Millisel määral kasutavad õpilased probleemide identifitseerimisel ja otsuste põhjendamisel bioloogia ja keemia ainekavaga seotud interdistsiplinaarseid mõisteid?
3. Milline on õpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse kognitiivse komponendi tase?

Uurimistöö viidi läbi neljas etapis: esmalt tutvuti teemakohase kirjandusega; seejärel koostati ja piloteeriti andmekogumise instrument; viidi läbi andmekogumine testides kolme kooli 115. õpilast 11 ja 12 klassides. Magistritöö koosneb kolmest osast. Esmalt esitatakse ülevaade uurimistööga seotud kirjandusest. Töö teises osas kirjeldatakse uurimismetoodikat ning kolmandas osas esitatakse töö tulemused, analüüs ja arutelu. Tegemist on kvalitatiivse iseloomuga uurimistööga. Kvantitatiivne andmetöötlus viidi läbi Microsoft Excel 2016 ja IBM SPSS Statistics 17 programmidega. Töö valmimisele kaasa aitamise eest soovin eelkõige tänada juhendaja Miia Rannikmäed, kes andis asjakohaseid nõuandeid ja soovitusi töö koostamisel.

Tänuõnad kuuluvad ka Klaara Kasele, kelle mõistev suhtumine ja statistikavaldkonna teadmised samuti aitasid kaasa töö valmimisele. Lisaks olen tänulik bioloogiaõpetajatele, kes võimaldasid oma õpilaste testimise ja õpilastele, kes testile vastasid.

1. Kirjanduse ülevaade

1.1. Loodusteaduslik kirjaoskus

Loodusteadusliku kirjaoskuse kujundamine on üldtunnustatud eesmärk ja sellega seoses rõhutatakse selle olulisust kõigile ühiskonnaliikmetele (Bybee, 1993; Miller, 1996, 1998; Laugksch, 2000; Roth ja Lee, 2004; Millar, 2006; EC, 2007; Holbrook, 2010; Choi jt, 2011; DeBoer, 2011; Eijcik, 2012). See seostub nelja komponendiga: demokraatliku arengu tagamine, majandusliku arengu toetamine, rõhuasetuse seadmine oskuste arendamisele ja vajadus kultuurilise arengu järele (Tytler, 2007; Turner, 2008; Fernandez, Holbrook, Mamolok-Naaman ja Coll, 2013). Räägitakse sellest, et õpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse tase ei ole piisavalt hea, arvestades nõudmisi igapäevaelus ja töajooturul (Bybee ja Fuchs, 2006; Eurydice, 2011). Oluline on, et loodusainete tundides omandatud teadmised ja oskused tagaks võimekuse igapäevaelulisi probleeme lahendades võtta vastu põhjendatud otsuseid (Roberts, 2007; Holbrook ja Rannikmäe, 2009; Feinstein, 2010; Choi jt, 2011). Seda rõhutab ka Eestis kehtiv Gümnaasiumi riiklik õppekava (RGÕK, 2011).

1948. aastal võttis Hurd esimesena kasutusele loodusteadusliku kirjaoskuse mõiste ja kirjeldas seda kui arusaamist loodusteadustest ja inimese võimekust kasutada loodusteaduslikke teadmisi kodanikuna elus. Tänapäevaks viis aastakümment kasutusel olnud mõistel puudub aga üks ja ainuõige määratlus (Laugksch, 2000). Mõistet „loodusteaduslik kirjaoskus“ on kasutatud näiteks kirjeldamaks kui laialdasi ja mitmekesiseid teadmisi ja oskusi eeldab loodusteaduslike õppeainete õpetamine omandamine õppeprotsessis (Bybee, 1997). Erinevate autorite poolt defineeritud loodusteadusliku kirjaoskuse ühendavaks jooneks on see, et lisaks loodusteaduslikule sisu omandamise olulisusele on rõhutatud ka isiklikku ja sotsiaalset mõõdet ning põhjendatud otsuste langetamise oskust (Lee, 2007).

Esimesed loodusteadusliku kirjaoskuse definitsioonid olid rohkem seotud kognitiivsete eesmärkidega, määratledes loodusteadusliku sisu, mille õpilane pidi loodusainete tundides selgeks saama (Laugksch, 2000). Kuigi loodusainete tundides on väga paljud kognitiivsed oskused seotud just mittelineaarse mõtlemisega, nagu seda on info kriitiline hindamine, probleemülesannete lahendamine, teadmiste integreerimine, tulemuste interpreteerimine, otuste tegemine, jne, siiski ollakse järjest rohkem arvamusel, et võrdselt eelnevaga on oluline roll ka metakognitiivsetel oskustel (Zohard ja Dori, 2012). Metakognitsiooni defineeritakse kui

inimese teadlikkust oma kognitiivsetest protsessidest (Collins, 1994; Leahey ja Harris, 1997; Maitland, 2000), mille läbi ta on saavutanud võimekuse teadlikult kontrollida oma õppimisprotsesse (Ormrod, 2006; Steward, Cooper ja Moulding, 2007). Rannikmäe ja Soobard (2014, lk 12) refereerides Eijck'i (2012) eristavad loodusteadusliku kirjaoskuses mõiste kahte tahku:

- 1) *mis määrab loodusteaduste õpetamise eesmärkides teadusliku sisu;*
- 2) *mis käsitleb õpetamise eesmärgi dimensioonides – millisel tasemel on vajalikud teadmised ja oskused ning kuidas toimub õppimine, st määratlus mida teada ja õppida.*

Seejuures on oluline, et loodusteaduslik kirjaoskus ei ole pelgalt filosoofiline konstruktsioon, vaid on eesmärgi saavutamiseks vajalikku pidevat protsessi kirjeldav mõiste, millel ei ole kindlalt fikseeritud lõppväljundit (Rannikmäe ja Soobard, 2014). Loodusteaduslik kirjaoskus muutub ajas, sõltudes näiteks õpilase vanusest, teadmiste ja oskuste omandamisest ning kontekstist, mistõttu saame rääkida vaid selle käesoleva hetke tasemest (Bybee, 1997). Teaduse ja tehnoloogia kiire arenguga käivad kaasas ka muutuvad nõudmised inimese loodusteaduslikule kirjaoskusele: 2014 aastal kõrgeima loodusteadusliku kirjaoskuse taseme saavutanu ei pruugi 2019 aastal teha samal tasemel ja hästi põhjendatud otsuseid, kui ta ei omanda vahepeal uusi teadmisi ja oskusi vastavalt kaasaegse ühiskonna nõudmistele (Rannikmäe ja Soobard, 2014).

Rannikmäe (2010, www.oppekava.ee) viidates Aikenhead'ile (1994) paigutab loodusteaduslikult kirjaoskaja inimese pädevused nelja omavahel seotud valdkonda:

- 1) *Kognitiivne kompetentsus – standarditud loodusteaduslike teadmiste ja oskuste olemasolu (sh oskus mõista loodusteaduste ja tehnoloogia seotust). Selle valdkonna kompetentsused on tugevalt seotud üksikute akadeemiliste distsipliinide teadusliku sisuga, määrates üldhariduskooli õppekava kontekstis õppeained.*
- 2) *Akadeemiline kompetentsus – eelkõige oskus mõista teaduse epistemoloogiat ja loodusteaduste dünaamilist arengut, kuid ka oskus teha uurimistööd. Selle valdkonna kompetentsused seovad koolis õpetatavad loodusteaduslikud õppeained üheks tervikuks.*
- 3) *Sotsiaalne kompetentsus – oskus näha, lahendada ning põhjendada ühiskonnas esilekerkivaid lokaalseid ja globaalseid probleeme, suhelda ja teha koostööd.*
- 4) *Personaalne kompetentsus – oskus mõista endaga seotud igapäevaelu probleeme ning neid lahendada, ka karjääriteadlikkus.*

Soobard (2015, lk 72 – 73), läbi töötanud paljude autorite loodusteadusliku kirjaoskuse määratlused: ütleb, et loodusteaduslik kirjaoskus on:

- 1) *Peamine loodusainete õpetamise eesmärk.*
- 2) *Vajalik kõigile inimestele osalemaks aktiivselt ühiskondlikus elus.*
- 3) *Teaduslike mõistete, teooriate, faktide mõistmine ja rakendamine uues, õpitust erinevas kontekstis.*
- 4) *Asjakohased ja vajalikud uurimuslikud oskused.*
- 5) *Arusaamine teaduse olemusest.*
- 6) *Loov teadmiste ja oskuste rakendamine igapäevaelus ettetulevates situatsioonides loodusteadusliku sisuga selgituse andmiseks, probleemide lahendamiseks ning põhjendatud sotsiaalteaduslike otsuste tegemiseks.*

Käesolevas töös kogutakse uurimisandmeid loodusteadusliku kirjaoskuse kognitiivse komponendi valdkonnas ja loodusteadusliku kirjaoskuse määratlemisel võetakse aluseks Holbrook ja Rannikmäe 2009. aasta definitsioon, kus loodusteaduslik kirjaoskus on oskus kasutada loodusteaduslikke teadmisi igapäevaeluliste probleemide lahendamisel, otsuste tegemisel ja nende põhjendamisel. See definitsioon sisaldab kolme peamist loodusteadusliku kirjaoskuse komponenti, milleks on: 1) teadusliku tõestusmaterjali kasutamine probleemide lahendamiseks; 2) loodusteadusliku sisuga selgituse andmine; 3) põhjendatud sotsiaalteadusliku otsuse langetamine. Nende komponentide alusel valitakse käesolevaks tööks tulemuste hindamise taksonoomia.

Soobard ja Rannikmäe (2014) järgi lähtuvad eelnimetatud kolmest komponendist paljud viimaste aastate erinevate autorite poolt koostatud loodusteadusliku kirjaoskuse alased uurimused.

1.1.1. Loodusteadusliku kirjaoskuse tasemete hindamine

Loodusteadusliku kirjaoskuse puhul tuleb rääkida tasemetest, sest absoluutset mõõtu anda ei saa, kuna õpilane võib olla erinevates kontekstides erineval tasemel sõltuvalt tema eelteadmistest, kogemustest, vanusest ja hoiakutest (Bybee, 1997). Seejuures tuleb meele pidada, et loodusteadusliku kirjaoskuse kujunemine ei ole seotud üksnes koolis omandatud teadmiste ja oskustega, vaid seda kujundab ka igapäevaelu, mis on elukestev protsess (Rannikmäe, 2005). Seetõttu on vale määratleda ja tõlgendada loodusteadusliku kirjaoskuse tasemeid kooliastmete (klasside) põhjal või seada neid kooliastmetega vastavusse. Samas on ka selge, et kui klassist klassi üleminekul ei kaasne näiteks kognitiivsete oskuste juurdekasvu, siis õpilase loodusteadusliku kirjaoskuse tase ei jää samaks, vaid langeb. (Rannikmäe, 2010)

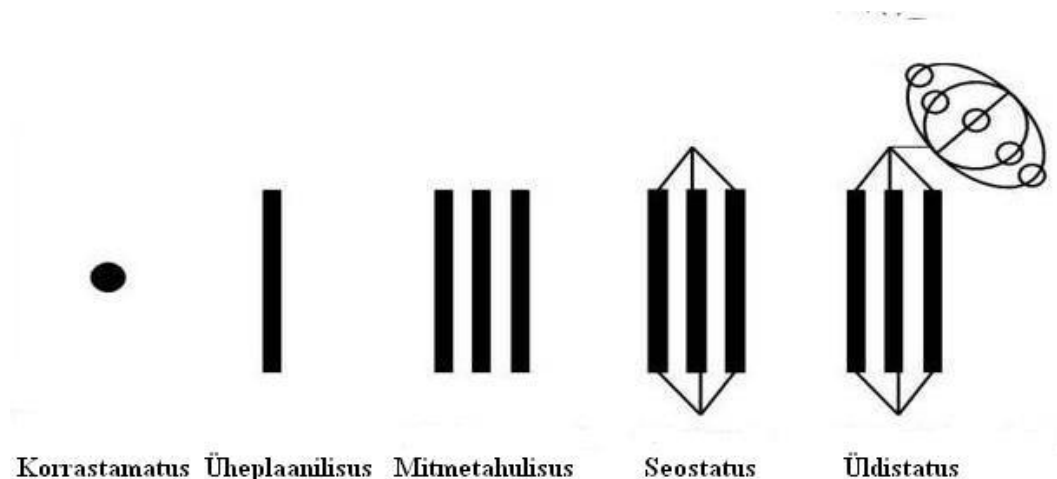
Mitmes Eestis läbiviidud uurimistöös (Samel, 2009; Soobard ja Rannikmäe, 2011) on kasutatud loodusteadusliku kirjaoskuse tasemete hindamiseks Bybee poolt kirjeldatud nelja loodusteadusliku kirjaoskuse taset. Viidates BSCS'le (1993) ja Bybee'le (1997), toob Rannikmäe (2010) välja:

- 1) nominaalne loodusteaduslik kirjaoskus - õpilane tunneb ära loodusteadusliku mõiste või nähtuse, sügavam mõistmine puudub, esineb väärarusaamu;
- 2) funktsionaalne loodusteaduslik kirjaoskus – õpilane oskab loodusteaduste mõisteid kirjeldada, selgitab mõisteid õpikuteksti ulatuses, interdistsiplinaarseid selgitusi ei esitata, teadmiste ülekannet uude situatsiooni ei toimu;
- 3) struktuuriline loodusteaduslik kirjaoskus – õpilasel on kujunenud isiklikud arusaamad, mis on relevantseid teaduslikele arusaamadele, õpilane mõistab loodusteaduslikke teooriaid, saab aru nende põhimõtetest ja oskab neid oma vahel seostada ning oma kogemustele tuginedes selgitada, õpilasi on suunatud läbimõeldud otsuste tegemisele;
- 4) mitmedimensiooniline loodusteaduslik kirjaoskus – õpilane mõistab üksikute teaduste ajalugu ja olemust, teaduse epistemoloogiat ning loodusteaduste ja ühiskonna vahelisi seoseid, seostab üksikuid loodusteadusi (keemia, füüsika, bioloogia) teiste õppeainetega.

Üha enam leiab ka kasutamist Biggs'i ja Collis'i (1982) poolt kirjeldatud taksonoomia SOLO (*Structure of the Observed Learning Outcomes*) (Biggs, 2016). SOLO ehk jälgitavate õpiväljundite taksonoomia on otseselt tuletatud õpilaste õpiväljundite uurimise teel (Biggs, 1996) ja on piisav eristamiseks õpilaste struktuuralseid ja mitmedimensioonilisi loodusteadusliku kirjaoskuse tasemeid (Soobard, 2015). Jälgitavate õpiväljundite taksonoomias eristatakse järgmiseid õppimise tasandeid (joonis 1) (Biggs ja Tang, 2009):

- 1) korrastamatus (*prestructural*) – sellel tasemel oleva õpilane ei saa ülesande sisust aru ja seetõttu läheb vastus märgist mööda;
- 2) üheplaaniilisus (*unistructural*) – õpilase vastus keskendub vaid ühele asjakohasele aspektile; õpilane tunneb ära, nimetab, defineerib, kordab järele, kuid sügavamalt mõistmist ei esine; lihtne ja osaliselt õige vastus;

- 3) mitmetahulisus (*multi-structural*) – õpilase vastus keskendub mitmele olulisele aspektile, kuid neid käsitletakse eraldi ja hinnangud on peamiselt kvantitatiivsel tasemel; õpilane arutab, jutustab, klassifitseerib, teeb kokkuvõtte, kuid seosed ja struktuur puudub; õigeid vastuseid on rohkem;
- 4) seostatus (*relational*) – erinevad aspektid on integreeritud ühtseks tervikuks; õpilane analüüsib, argumenteerib, eristab, kritiseerib, rakendab, sõnastab ümber, vastandab; ülesannete lahendamisel toetub paljudele erinevatele aspektidele ja struktureerib neid ümber – terviku omaduste märkamist osade lõimimise käigus.
- 5) üldistus (*extended abstract*) – eelmises tasemes moodustunud tervikult mõtestatakse kõrgemal abstraktsiooni tasemele, mis hõlmab üldistust uue teema või valdkonnaga; õpilane esitab originaalse tõenduskäigu, leiutab, loob, püstitab hüpoteesi, töötab välja; annab kogu argumentatsioonile uue mõõtme.



Joonis 1. Jälgitavate õpiväljundite taksonoomia õppimise tasandite hierarhiline diagramm
(Hook, 2012)

Näiteks on Pilli, Rutiku, Valk ja Vankari (2009) kasutanud neid tasemeid kõrgkooli õpingute eesmärkide sõnastamisel ja järgimisel.

SOLO taksonoomia võetakse aluseks ka käesolevas uurimistöös uurija poolt koostatud interdistsiplinaarse testi tulemuste tasemelisuse hindamisel.

1.2. Interdistsiplinaarsus loodusainete õpetamisel

Me elame keerulises maailmas, milles on palju mitmekihilisi probleeme (Ait ja Rannikmäe, 2014), mis nõuavad paindlikuma, integreeritumat, kriitilisemat, globaalsemat ja loovamat mõtlemist (P21, 2008). Õppeaineti õpetamisel jääb oht, et õppeainetes kogutud teadmise ja oskused jäävadki isoleerituks (Ait ja Rannikmäe, 2014). Samas eluvaldkonnad moodustavad ühiskonnas ühtse toimiva terviku. Bromme (2000) väidab, et interdistsiplinaarset mõtlemist ja tegutsemist on igapäevaelus paremini hakkama saamiseks rohkem vaja kui teadustöös.

Meeth (1978) määratles interdistsiplinaarsust kui mitme eriala teadmiste integreerimist probleemi lahendamiseks, küsimusele vastuse leidmiseks või elulise teema käsitlemiseks. McGrath (1978) soovustab nägi, et interdistsiplinaarse töö eesmärk on integreerida relevantssed teadmised ümber oluliste küsimuste.

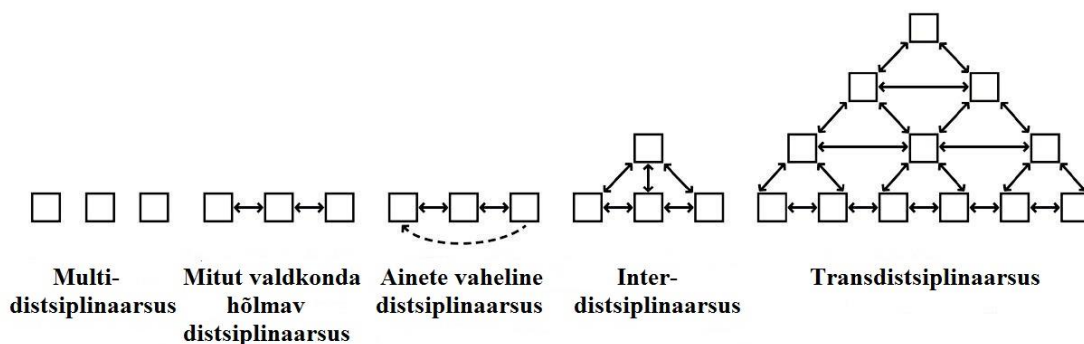
1997. aastal defineerisid Klein ja Newell interdistsiplinaarset õpet, kui protsessi leidmaks vastust küsimusele, lahendades probleemi või tegeledes teemaga, mis on liiga lai või keeruline, et sellega tegeleda ühe teadusharu või eriala piires. Hilisemates töödes defineerib Newell (2013) interdistsiplinaarsust kui protsessi, kus tuvastatakse teema ulatust ja keerukust ning tulemuste põhjalikkust. Seega toetub interdistsiplinaarne õpe distsipliinide perspektiividele, leides neis põhjalikumad tuleviku väljavaated. Ka Boix ja Gander (2003) defineerivad interdistsiplinaarsust sarnaselt eelviidatud autoritele, ehk siis kui tööd, mis integreerib omavahel teadmisi ja mõtteviise rohkemast kui ühest valdkonnast, mille tulemuseks on edasiarenenud arusaam.

Newell (2001a) leiab, et interdistsiplinaarne lähenemine arendab kriitilist, reflektiivset, eneseteadlikku ja kontekstipõhist mõtlemist, mis taga õpilastele parema toimetuleku keerulistes igapäevaelulistes probleemides ja seetõttu õpilased, kes on tegelenud interdistsiplinaarsete probleemidega, kasutavad koolist saadud teadmisi enam ja on saanud parema hariduse reaalseks eluks. Antud uurimistöös on oluline rõhutada, et interdistsiplinaarsete õpingute käigus tuleb analüüsida mõiste erinevaid definitsioone, mis tagab sügavamad teadmised mõistete olemuse mõistmisest (Newell, 2001b).

Kuigi interdistsiplinaarsus kui mõiste on endiselt diskussioonide objektiks domineerivad kaks kujutluspilti interdistsiplinaarsuse mõistest (Newell, 2013). Üks on Campbelli (1969)

kalasoomuseid kujutav mudel, mis illustreerib, kuidas interdistsiplinaarsus ulatub üle distsipliinide, viies sel viisil interdistsiplinaarsete uuringuteni. Antud uurimistöö kontekstis vaatleme pikemalt teist kujutuspilti interdistsiplinaarsusest milleks on Jantsch-i (1972) diagramm (joonis 2), mis iseloomustab mõistete multidistsiplinaarse, mitut valdkonda hõlmav distsiplinaarsuse (*pluridisciplinary*), ainete-vahelise distsiplinaarsuse (*crossdisciplinary*), interdistsiplinaarsuse ja transdistsiplinaarsuse vahelisi suhteid.

- 1) Multidistsiplinaarse lähenemise korral ei seostata distsipliine omavahel. Erinevate distsipliinide esindajate vahel puudub koostöö ja kooskõla (Newell, 2013). See on nagu ühe teema käsitlemine erinevate vaatenurkade kaudu – igaks saavutuseks tuleb püstitada eraldi eesmärgid (Repko, 2008).
- 2) Mitut valdkonda hõlmaval distsiplinaarsel (*pluridisciplinary*) lähenemisel teevad erinevate distsipliinide esindajad omavahel koostööd, kuid nad ei kooskõlasta omavahel eesmärke.
- 3) Ainete-vahelisel distsiplinaarsel (*cross-disciplinary*) lähenemisel on eesmärkide püstitamisel kõik distsipliinid samal tasemel.
- 4) Interdistiiplinaarsel lähenemisel erinevad distsipliinid järgivad erinevaid eesmärke, mis on kooskõlas üldise eesmärgiga.
- 5) Transdistsiplinaarse lähenemise korral kantakse põhiteadmised ühelt distsipliinilt üle teisele. Tekib teadmiste uus tase, mis sisaldab kõikide distsipliinide teadmisi, kus kogu klatri töö on ühtne eesmärk, kõikidele sotsiaalselt relevantsetele probleemidele suunatud eesmärk. (Newell, 2013) Mikser-i, Reiska, Rohtla, ja Dahncke (2008) järgi tähendab transdistsiplinaarne lähenemine pigem eluks vajalike oskuste ja väärtushinnangute kujundamist, milles ainetund on vaid vahendiks.



Joonis 2. Jantsch-i distsiplinaarsuste hierarhia (Newall, 2013)

Käesoleva töö testi ülesannete koostamisel eeldati, et interdistsiplinaarsete mõistete omandamisel kooli ainetundides lähtutakse Jantschi mudeli järgi transdistsiplinaarsuse põhimõtetest.

1.3. Mõistekaardi meetod

Esimesena võttis mõiste „*Cognitive maps*“ (kognitiivne kaart) kasutusele Tolman 1948. aastal avaldades artikli „Cognitive Maps in Rats and Men“ (Cañas ja Novak, 2009). Tolman defineeris kognitiivset kaarti, kui sisemiselt tajutavat kujutist väliskeskkonna omadustest (Tolman, 1948).

Mõistekaardi „*Concept mapping*“ meetodi töötas välja Novaki uurimismeeskond 1970 aastate algul, kui nad püüdsid jälgida ja mõista laste teadmisi teadusest. Novaki mõistekaardi meetod põhineb David Ausbeli kognitiivse psühholoogia teorial, et õppimine toimub assimilatsiooni teel, kus uus teadmine, mis on talletatud mõistete ja väidetena, seostatakse õppija olemasolevate mõistete ja loogika raamistikuga. Sellest tulenevalt moodustatakse ka mõistekaarte – mõisted on omavahel hierarhilises seoses. Kõige üldisemad mõisted on n-ö üleval pool ning mida spetsiifilisem (st vähem üldisem) on iga järgnev mõiste, seda madalamal astmel see hierarhilises struktuuris on. Sellist õppija teadmiste struktuuri nimetatakse ka individuaalseks kognitiivseks struktuuriks. (Cañas ja Novak, 2009)

Mõisted ja kategoriseerimine on seotud teemad pea kõikjal psühholoogias, kuna inimestel on tugev kalduvus tõlgendada asju läbi enda olemasoleva maailmpildi. Seda protsessi võib kirjeldada nii, et me näeme midagi kui X, mitte lihtsalt midagi (Wittgenstein, 1953), siin on põhimõtteliselt tegu kategoriseerimisega (Goldstone, Kersten ja Cavalho, 2012). Uuringud sellest, mida mõisted endast kujutavad on väga atraktiivsed, kuna paljusid kognitiivseid toiminguid saab tõlgendada kui kategoriseerimist (Murphy, 2002). Mõisted defineeritakse kognitiivses psühholoogias kui pikaajalises mälus aktiveeritud konstruktsioone (Reiska, 2014). Neid kognitiivseid elemente omavahel kombineerides saab genereerida lõpmatu hulga mõtteid (Fodor, Garrett, Walker ja Parkes, 1980). Mõistetest koosneva „andmepanga“ abil võetakse vastu otsuseid ja tegutsetakse (Hoffmann, 1994).

Koostatud mõistekaarte peetakse teatud valdkonna pikaajalises mälus salvestatud teadmiste väljenduseks. Kuid kas nad seda ka on, ei saa kindlalt väita – radikaalse konstruktivistliku

positsiooni esindajate arvates on selline lähenemine liiga lihtsustatud. Samas küsimust, kuidas teadmised tegelikult salvestatud on, ei peeta kognitiivses psühholoogias esmaoluliseks. (Reiska, 2014) Mõistekaardi analüüs võib lihtsamal juhul olla aluseks vaid arusaamisraskuste kindlakstegemisel (Mikelskis, 1999). Siiski, mõistekaardi meetodiga läbi viidud rahvusvahelised mahukad uuringud tõendavad, et mõistekaarti võib kasutada teadmiste representeerijana ja seejuures mõistekaardi tulemused võivad kõrgelt korreleeruda teiste teadmistestide tulemustega (Mikelskis, 1999; McGaghie, McCrimmon, Thompson, Ravitch ja Mitchell, 2000; West, Pomeroy, Gerstenberger ja Sandoval, 2000; Fischler, Peuckert, Dahncke, Behrendt, Reiska, Pushkin, Bandiera, Vincentini, Fischler, Hucke, Gerull ja Frost, 2001). Mõistekaartide koostamise sobivuse kohta teadmiste kontrolliks leidsid oma uurimistöös kinnitust ka Soika ja Reiska (2013). Ka antud uurimistöös kasutatakse mõistekaardi meetodit, saamaks ülevaadet õpilaste teadmistest ja arusaamadest transrasvhapete teemal.

Mõistekaart on struktureeritud ja ühetähenduslike teadmiste esitamiseks mõeldud hierarhilise struktuuriga graafiline töövahend, mis võimaldab kasutajal juba olemasolevaid ja uusi teadmisi organiseerida, arendamaks enda probleemilahendus- ning analüüsioskust (Hsu, 2004; Wilkes, Cooper, Lewin, ja Batts, 1999; Reiska, 2014). Enamasti kastide või ringidena esitatud mõisted ühendatakse omavahel seostega, näidates mõistete omavahelist tähenduslikku seost (Reiska, 2014). Sel viisil saadakse mõistekaart, mille väiksemaks infot kandvaks osaks on kahe omavahel seoses oleva mõistega moodustatud lause. Mõistekaardi sõlmpunktides võib kasutada ka seadusi või teooriaid. (Reiska 2009) Mõistekaart jaotub üldistest mõistetest (ülaosas või keskosas) järjest spetsiifilisemate mõisteteni (alaosas või ääreosas), seetõttu loetakse mõistekaarti enamasti ülalt alla või keskelt äärtele. Mõistekaardi graafilist struktuuri ilmestavad omavahel ristuvad seosed, mis on erinevate mõistete ja teemavaldkondade ühisosad ja näitavad mõistete omavahelist seostamisioskust mõistekaardi erinevate osadega. (Reiska, 2014)

Hea võimalus mõistekaardi konteksti määratlemiseks on konstrueerida fookusküsimus (*focus question*) (Novak ja Cañas, 2008), mille ülesandeks on teemakohaseid mõtteid koondada. Mida konkreetsemalt on küsimus sõnastatud, seda parem (Correia, 2012). Novak ja Cañas (2008) eristavad kolme tüüpi mõistekaarte:

- 1) Fookusküsimusega (*Focus Question*) mõistekaart. Selle tüübi puhul on alguspunktiks vaid fookusküsimus. Mõistekaart ehitatakse üles vastusena fookusküsimusele (Novak ja Cañas, 2008). Samas toovad Ruiz-Primo, Schultz ja

Shavelson (2001) välja, et selline mõistekaardi tüüp nõuab liiga kõrget kognitiivset võimekust saamaks laiapõhjalist ning sisukat tulemust.

- 2) Ankurdatud mõistetega (*Parking Lots*) mõistekaart. Selles on ette antud fookusküsimus, kuid lisaks on välja toodud ka teatav hulk mõisteid, mis peaks mõistekaardis kajastuma (Novak ja Cañas, 2008). Selle mõistekaardi tüübi puhul on ette heidetud nende mittesobivust suuremamahuliste mõistekaartide koostamisel (Ruiz-Primo jt, 2001). Mõisted, mida ei kasutata, valmistavad õpilaste jaoks raskusi – nende mõistete sisu nad ei tea või teavad vähesel määral. (Novak ja Cañas, 2008).
- 3) Espertide skelettkaartidega (*Expert Skeleton Maps*) mõistekaart. Seda tüüpi mõistekaarte kasutatakse keeruliste teemade jaoks. Antud mõistekaardi tüübi puhul on olemas nii fookusküsimus kui ka ankurdatud mõistetega mõistekaardi elemendid ning lisatud on ka algne n-ö skelett erinevate mõistete seostest (Novak ja Cañas, 2008). Lisaks võib olla jäetud mõned kohad etteantud skeletis tühjaks. (Ruiz-Primo jt, 2001).

Mõistekaarte saab analüüsida lähtuvalt kolmest põhilisest kriteeriumist: suurus, ainealane korrektsus, struktuur (Reiska, 2005). Kui mõistekaartides kasutada ühepalju mõisteid ja luuakse samapalju seoseid, võivad mõistekaardid ikkagi graafiliselt üksteisest väga erineda. Analüüs võib ulatuda lihtsast intuitiivsest hinnangust kuni kvantitatiivse analüüsini arvuti abil:

Tase 1 – intuitiivne. Mõistekaarti hinnatakse selle struktuuri ja ainealase korrektsuse seisukohalt.

Tase 2 – osaliselt (pooleldi) kvantitatiivne. Arvutatakse korrektsete seoste koguarv, sõlmpunktide (sh tsentraalsete mõistete, mis moodustavad sõlmpunktid) arv.

Tase 3 – kvantitatiivne, läbi viidud osaliselt arvuti abil. Mõistekaardi analüüs, mis on osaliselt arvuti abil läbi viidud.

Tase 4 – kvantitatiivne, läbi viidud ainult arvutiga. Analüüs, mis on täiesti arvutipõhine, kasutades spetsiaalseid andmeanalüüsiprogramme, mida saab kasutada mõistekaartide analüüsiks. (Reiska, 2014)

Käesolevas uuringus kasutatakse andmete kogumiseks ankurdatud mõistetega mõistekaarti. Mõistekaardile hinnangut andes kasutatakse osaliselt kvantitatiivset analüüsi: loetakse kokku kõik mõisted, õiged mõisted, seosed, õiged seosed, põhjendatud seosed, protsessiga seotud

mõisted, protsessiga seotud seosed, tsentraalsete sõlmpunktide arv, etteantud mõistetest kasutust leidnud mõistete arv.

1.4. (Trans)rasvhapete teema käsitlemine keemia ja bioloogia õpikutes

Rasvade teema on gümnaasiumi loodusainete ainekavades leidnud käsitlemist bioloogia I kursuses „Bioloogia uurimisvaldkonnad“, milles õppesisuna nähakse, et õpilane omab ülevaadet biomolekulide ehitusest ja ülesannetest, sh lipiidide ehituslikest ja talituslikest seostest organismis. **Õpitulemusena nähakse, et õpilane seostab lipiidide ehitust vastava biomolekuli ülesannetega.** Keemia I kursuses on bioloogiliselt oluliste ainete õppesisuna loetletud järgmised märksõnad: rasvad kui estrid ja nende hüdrolüüs, rasvade roll toitumises, transhapped. Õpitulemusena nähakse, et õpilane oskab võtta põhjendatud seisukoha toiduainete tervislikkuse kohta, lähtudes nende koostisest. (GRÕK, 2011)

Koolides on kasutusel ainekavale vastavad õpikud: Ants Tuulmetsa 2002. aastal ilmunud õpik „Orgaaniline keemia: õpik gümnaasiumile“ (edaspidi keemia õpik) ja Antero Tenhunen jt 2012. aastal välja antud õpik „Bioloogia gümnaasiumile I“ (edaspidi bioloogia õpik).

Bioloogia õpikus käsitletakse rasvu lipiidide all nelja leheküljelises „Energiavaruks ja ehitusematerjaliks on ka lipiidid“ peatükis, mis koosneb kuuest alapeatükist: „Lipiidide hulka kuuluvad mitmesugused ühendid“, „Lipiidid koosnevad glütseroolist ja rasvhapetest“, „Küllastunud või küllastumata rasvhapped“, „Kas kolesterool on hea või halb?“, „Fosfolipiididest moodustuvad rakumembraanid“, „Lipiidide ülesanded organismis“.

Kohe teema alguses tuuakse ära, et transrasvhapped on tööstuslikud molekulid, milles küllastumata rasvhapete kaksiksidemed on hüdrogeenimise (kaksiksideme asendamine vesinikuaatomiga) teel muudetakse üksiksidemeteks, et saada tahkeid rasvu; tervisele kahjulikud. Edasi selgitatakse, et lipiidide hulka kuuluvad lisaks keemia õpikus rasvade all nimetatud õlid ja tahked rasvad ka vahad, steroolid, fosfolipiidid, rasvlahustuvad vitamiinid ja paljud muud ained. Rasvad koosnevad glütseroolist ja rasvhapetest. Edasi selgitatakse, mis vahe on küllastunud ja küllastumata rasvhapetel, ning et transrasvhapped on liik küllastumata rasvhappeid. Enamik transrasvhappeid tekib toiduainetetööstuses taimeõlide ja loomseterasvade osalisel hüdrogeenimisel, sel teel muudetakse vedel õli tahkeks või pooltahkeks rasvaks. Osaline hüdrogeenimine muudab aga rasvhapete struktuuri nii, et

organismil on neid raske seedida ning need jäävad vereringesse pikemaks ajaks. Transrasvhapped suurendavad südame-veresoonkonna haiguste riske. Paljudes riikides on transrasvhapete kasutamine toiduainetööstuses rangelt reguleeritud. Vähesel määral esineb transrasvhappeid ka looduslikult lihas ja piimas. Poes soovitatakse toodete pakendilt järgi vaadata, et need ei sisaldaks transrasvhappeid või hüdrogeenitud taimerasvu.

Rakumembraani ehitus kirjeldavas peatükis bioloogia õpikus transrasvhappeid ei mainita. Lisaks puuduvad antud teemaga seotud interdistsiplinaarsed küsimused, ka ei seostata teemat igapäevaeluliste laiemat sotsiaalset kandepinda omavate probleemidega.

Keemia õpikus on rasvade teemat käsitletud 7 leheküljel „Rasvad“ nimelise peatüki all, mis koosneb neljast alapeatükist: „Enam levinud rasvhapped“, „Füüsikalised omadused“, „Keemilised omadused“, „Rasvad meie elus“. Antud peatükis selgitatakse, et rasv on glütserooli triester karboksüülhappega, mille karboksüülhappe jäägid võivad olla küllastunud või küllastumata ja küllastumata rasvhapete kaksiksidemed on cis-geomeetriaga.

Küllastunud rasvhapetest moodustatud rasvad on toatemperatuuril tahked ja küllastumatused struktuuris muudavad rasvad pehmeks või lausa vedelaks, kuna vastastikmõjud on ruumiliselt häiritud. Keemiliste omaduste all on öeldud, et rasvad kui estrid hüdroolüüsuvad, kas hepakatalüütiliselt või leelise toimele. Seedimisel hüdroolüüsitakse toidurasvad ensüümide toimele rasvhapeteks ja glütserooliks, mille järel suurem osa neist oksüdeeritakse süsinikdioksiidiks ja veeks. See protsess annab palju energiat. Liigne osa rasvhapetest, mida organism ära ei kasuta, ladestatakse ja seda protsessi nimetatakse rasvumiseks. Teatud rasvhappeid kasutab organism teiste vajalike ühendite sünteesimiseks.

Edasi räägitakse rasvade tööstuslikust kasutamisest ja selgitatakse, et vedelad rasvad ei ole tehniliseks rakenduseks sobivad ning neid tahkestatakse, milleks on kaks põhilist moodust: hüdrogeenimine ja ümberesterdamine. Hüdrogeenimisel küllastatakse kaksiksidemed vesinikuga katalüsaatori juuresolekul. Ümberesterdamise käigus segatakse tahke ja vedel rasv ning viiakse läbi ümberesterdamine.

Täiendava selgitusena tuuakse välja, et hüdrogeenimisel ei küllastata kõiki kaksiksidemeid ja küllastamata jäänud sidemed võivad protsessi käigus muuta oma geomeetriat cis-vormist trans-vormiks. Kui trans-rasvhape läheb lipiidi molekuli koostises rakumembraani ehitusse, lõhub ta

selle struktuuri. Mainitakse, et on ka andmeid selle kohta, et trans-rasvhapped tõstavad kolesterooli taset veres.

Ka keemia õpikus ei ole interdistsiplinaarseid küsimusi ja harjutusi sellel teemal, ning ka laiemate sotsiaalteaduslike probleemide käsitlemisel ei ole kohta. Bioloogia ja keemia õpikutes esitatul ei ole omavahelist sisulist ega ülesehituslikku seost.

Käesoleva uurimistöö instrumendi koostamine tugineb eelnevalt esitatud keemia ja bioloogia õpikute analüüsi tulemustele. Testi esimese osa koostamisel transrasvhapete mõiste reprodutseerimisel uuritakse järgmisi aspekte: 1) transrasvhapped on tööstuslikud molekulid; 2) transrasvhapped on küllastumata rasvhapped; 3) sisaldavad vähemalt ühte transkonfiguratsiooniga kaksiksidet; 4) transrasvhappeid saadakse hüdrogeenimisel, mille käigus küllastumata rasvhapete kaksiksidemed on muudetud üksiksidemeks, et saada tahkeid rasvu ; 5) osalisel hüdrogeenimisel saadakse küllastumata rasvhape (lisa 1, Ülesanne 1).

Testi teise osa koostamiseks analüüsis käesoleva töö autor Eesti meedias transrasvhapete teemal ilmunud artikleid. Välja valiti kolm artiklit: Naela (2015) „USA keelustab transrasvad“, www.forte.ee (2009) ”Transrasvad — kuidas nad meie tervist kahjustavad?“ ja Uustalu (2009) ”Evelin Ilves: Kalevi kommid on kräpp”, mis kajastavad järgmisi seisukohti: a) transrasvad kui inimese teisele ohtlikud tööstuslikud ained; b) erinevate ekspertide seisukohad transrasvade keelustamise või mittekeelustamise küsimuses; c) transrasvad on globaalne sotsiaalteaduslik probleem.

2. Metoodika ja valim

Käesolevas uurimistöös otsitakse vastuseid järgmistele uurimisküsimustele:

1. Millised kategooriad iseloomustavad interdistsiplinaarsete mõistete omandatust 11. ja 12. klassi õpilaste poolt?
2. Millisel määral kasutavad õpilased probleemide identifitseerimisel ja otsuste põhjendamisel bioloogia ja keemia ainekavaga seotud interdistsiplinaarseid mõisteid?
3. Milline on õpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse kognitiivse komponendi tase?

Uurimistöö viidi läbi järgmistes etappides:

1. Teemakohase kirjanduse läbitöötamine.
2. Instrumendi koostamine, valideerimine, piloteerimine, modifitseerimine.
3. Andmete kogumine ja töötlemine.
4. Andmete analüüs.
5. Tulemuste interpreteerimine ja arutelu.

Käesolev uurimistöö baseerub andmete kogumisel kolme kooli 11. ja 12. klasside õpilaste hulgas. Lähtuvalt magistr töö eesmärkidest mõõdeti interdistsiplinaarse testiga õpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse kognitiivseid komponente. Abja Gümnaasiumis viis pedagoogilise eksperimendi läbi uurija ise, Türi Ühisgümnaasiumis ja Viljandi Gümnaasiumis vastava kooli bioloogiaõpetaja.

2.1. Valim

Moodustatud valim oli mugavusvalim (Cohen, Manion ja Morrison, 2000). Andmete kogumiseks viidi testimine läbi 2016. aasta kevadel kolmes koolis, kokku osales 115 õpilast. Testi täitsid kõik antud bioloogia tunnis viibinud õpilased (tabel 1).

Tabel 1. Testile vastanud õpilased

Kool	Testi sooritanud õpilaste arv	
	11. kl	12. kl
Kool nr 1	20	14
Kool nr 2	16	21
Kool nr 3	44	–

Vastavad klassid valiti sellepärast, et rasvade teema peaks olema läbitud nii keemias kui bioloogias 11. klassi teiseks poolaastaks. Testis osalenud koolides oli rasvadega seotud teema ainetundides käsitletud neli kuni enam kuud tagasi. 12. klassides oldi teemat käsitletud aasta varem kui 11. klassides (tabel 2).

Tabel 2. Rasvade teema käsitlemine keemia- ja bioloogiatundides

Teema käsitlemise aeg	Kool nr 1		Kool nr 2		Kool nr 3
	11. kl	12. kl	11. kl	12. kl	11.a ja 11.b kl
keemia	nov.15	nov.14	nov.15	nov.14	apr.15
bioloogia	okt.15	okt.14	okt.15	okt.14	okt.15
Testimine	märts 16	märts 16	apr.16	apr.16	apr.16

Kõikides koolides ja klassides kasutati bioloogia tunnis rasvade teema õpetamisel põhiõpikuna Avita kirjastuse poolt välja antud Antero Tenhuneni jt (2012) „*Bioloogia gümnaasiumile I*“ (edaspidi bioloogiaõpik) õpikut ja keemiatunnis Ants Tuulmets (2002) „*Orgaaniline keemia: Õpik gümnaasiumile*“ (edaspidi keemiaõpik) Avita kirjastuse poolt välja antud õpikut.

2.2. Instrument

Instrumenti koostades lähtuti, et gümnaasiumi õpilased on saavutamas järgmisi kehtiva Gümnaasiumi riikliku õppekava lisas 4 kirjeldatud pädevusi: a) gümnaasiumi lõpetaja kasutab bioloogias ja keemias omandatud süsteemseid teadmisi loodusteaduslikke, tehnoloogiaalaseid ning sotsiaalteaduslikke probleeme lahendades ja põhjendatud otsuseid tehes ning b) hindab ja prognoosib teaduse ja tehnoloogia saavutuste mõju keskkonnale, tuginedes loodusteaduslikele, sotsiaalsetele, majanduslikele ja eetilise-moraalsetele seisukohtadele. Sotsiaalteaduslike probleemide all mõistetakse antud dokumendis, ühiskonnas esinevaid probleeme, millel on loodusteaduslik sisu ja sotsiaalne kandepind. Siia hulka kuuluvad ka dilemmad. (GRÕK, 2011)

Uuringuinstrumendi koostas uurija spetsiaalselt käesolevaks uurimistööks. See valideeriti koostöös haridusvaldkonna eksperdiga ning tehti vajalikud muudatused.

Test koostati kaheosalisena teemal „Rasvad ja rasvhapped“ (lisa 1):

I osa on mõeldud ülevaate saamiseks, õpilaste interdistsiplinaarsete teadmiste mõistelisest struktuurist rasvade ja seal hulgas transrasvhapete teemal.

Esimeses ülesandes: „Interdistsiplinaarse mõiste reprodutseerimine“, tuleb õpilastel viiest väitest üles leida tõesed. Väidete koostamisel võeti aluseks keemia- ja bioloogiaõpikutest transrasvhapete mõistet selgitavad tekstid. Tähelepanu on pööratud sellele, et transrasvhapped on küllastumata ühendid mis, sisaldavad transkonfiguratsiooniga kaksiksidet, saadakse tööstuses osalisel hüdrogeenimisel, et tahkestada õlisid. See ülesanne vastab SOLO taksonoomia mitmetahulisuse tasemele – õpilane sobitab kokku informatsiooni tükikesi.

Teises ülesandes: „Üksikmõistete grupeerimisel protsessi nimetamine“, on õpilastele ette antud 19 mõistet, mis pärinevad bioloogia- ja keemiaõpikute rasvadega seotud peatükkide tekstidest. Mõisteid tuleb rühmitada nii, et igal moodustataval rühmal oleks mingi tähendus ja see ka kirja panna. Antud ülesande eesmärgiks on välja selgitada, kas õpilased seostavad neid mõisteid transrasvhapetega seotud protsessidega ja saavad aru, kuidas protsessid on omavahel seotud. Teises ülesandes on võimalik saavutada SOLO taksonoomia seostatuse tase mõistete abil, esitledes nimetatud protsesse ühtse tervikteadmisenä.

Kolmandas ülesandes „Mõistekaardi koostamine“, on õpilastele ette antud mõistekaardi pealkiri „Rasvad toitumisel“ ja neli mõistet: seedimine, toiduainete tööstus, rakumembraan, transrasvhapped. Õpilastel tuleb lisada veel vähemalt 10 mõistet ja näidata kuidas on mõisted omavahel seotud kirjutades nooltele mõistete vahelised seosed. Selle ülesande eesmärk on ülevaate saamine õpilaste teadmiste mõistelisest struktuurist, mis neil seostub sõna paariga „rasvad toitumisel“, sest mälus aktiveeritud mõisted loovad andmepanga, mille abil võetakse vastu otsuseid ja tegutsetakse (Hoffmann, 1994). See ülesanne on kavandatud SOLO üldistus taseme ülesandena.

II osa eesmärgiks on uurida, kas õpilased tunnevad ära loodusteaduslikke probleeme neile uues teadusliku sisuga sotsiaalset kandepinda omavas situatsioonis ning kas nad oskavad oma otsusi põhjendada. Samuti jälgitakse koolis omandatud teadmiste ülekannet uude situatsiooni.

Neljas ülesanne: „Sotsiaalteaduslike probleemide ära tundmine meediatekstis“. Õpilased peavad läbi lugema meediatekstide katked ja seejärel sõnastama probleeme, mida nad vastava tekstiga seonduvalt näevad.

Viies ülesanne: „Põhjendatud otsuse tegemine“. Testimise lõpus peavad õpilased tegema põhjendatud otsuse, kas Eestis tuleks keelustada transrasvhapete kasutamine.

Tabelis 3 on esitatud uurimisinstrumendi struktuur ning iga konkreetse ülesande lahendamiseks vajaliku oskuse seos saavutatava SOLO tasemega.

Tabel 3. Uurimisinstrumendi struktuur

Ül nr	Testi struktuur	Ülesande lahendamiseks vajalik oskus	Kõrgeim saavutatav SOLO tase
I osa			
1	Interdistsiplinaarse mõiste sisu reprodutseerimine	Analüüsib nii keemiast kui bioloogiast tuttavaid määratlusi ja tunneb ära teaduslikult korrektsed.	Mitmetahulisus
2	Protsessiga seotud mõistete rühmitamine	Analüüsib etteantud mõisteid ja loob/sünteesib neist protsessidega seotud mõisterühmad ning leiab bioloogias ja keemias omandatud protsesside vahelise seose nii, et loodud struktuurile saaks anda ühtse pealkirja.	Seostatus
3	Mõistekaardi koostamine	Seostab olemasolevad ainealased teadmised (mõisted) terviksüsteemiks ning loob seoseid protsessidega ja teiste valdkondadega.	Üldistus
II osa			
4	Sotsiaalteaduslike probleemide ära tundmine meedia tekstis	Probleemi identifitseerimine, ainealaste teadmiste ülekanne uude situatsiooni igapäevaelulise probleemide kontekstis.	Üldistus
5	Põhjendatud sotsiaalteadusliku otsuse tegemine	Ainealaste teadmiste kasutamine uudsete igapäevaelulise probleemi lahendamiseks, otsuste tegemisel ja põhjendamisel.	Üldistus

Õpilaste teadmiste ülekannet uude konteksti võib raskendada asjaolu, et instrumendi koostamisel kasutatud meedia tekstides kasutatakse mõistet „transrasvhape“ teistsuguses kirjapildis kui Gümnaasiumi riiklikus õppekavas ja keemia- ning bioloogiaõpikutes. Eesti meediaartiklites kasutatakse „transrasv“.

Testi struktuurilist ülesehitust ja küsimusi valideeriti ekspertmeetodil. Ekspertideks olid haridusvaldkonna õppe- ja teadustöötajad. Kokkulangevus testi struktuuri valideerimisel oli 85%. Seejärel sooritasid kolm 11. klassi õpilast testi, kontrollimaks, kas ülesanded on neile arusaadavad ja etteantud aeg selleks piisav. Piloteerimise järgselt viidi sisse uurimisinstrumenti vajalikud muudatused.

2.3. Andmetöötlus

Uurimistöös on kasutatud õpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse kvantitatiivsete aspektide hindamiseks Biggsi ja Collisi (1982) poolt väljatöötatud SOLO taksonoomiat ja Bybee (1997) poolt kirjeldatud loodusteadusliku kirjaoskuse nelja taset. Mõistekaartide hindamisel on võetud aluseks Reiska (2005) poolt refereeritud mõistekaardi analüüsi kriteeriumid.

Kõikide ülesannete vastuseid analüüsides töötas käesoleva töö autor välja omavahel hierarhiliselt seoses olevad viis kategooriat (tabel 4). Kategooriate määratlus on edaspidi aluseks kõigi testi ülesannete hindamisel. Kategooriate vastavust kirjeldusele valideeriti ekspertmeetodil (kokkulangevus 85%).

Tabel 4. Testi vastuste hindamise kategooriad

Kategooriad	Iseloomustus	SOLO tase
0	Vastus on täiesti vale või puudub	—
1 kategooria	Vastus läheb küsitust mööda - enamik vastuseid valed, moodustab mõistetest loogilisi rühmi üldmõiste kirjeldamiseks, aga ei pealkirjasta neid; kasutab põhjendamisel uskumusi ja hoiakuid.	Korrastamatus
2 kategooria	Lihtne ja osaliselt õige vastus - tunneb ära ühe õppeainega seotud definitsioonid, kuid ei oska neid omavahel seostada või pealkirjastada; kasutab õpikute või meediatekstide sõnastusi nähtuste või probleemide kirjeldamiseks/põhjendamiseks.	Üheplaanilisus
3 kategooria	Vastus on ühe õppeaine kontekstis õige, ainete/valdkondade vahelisi seoseid ei looda - mõisteid kasutatakse protsesside kirjeldamiseks, aga erinevatest ainetest tundud protsesse omavahel ei seostata; antakse põhjendused mitmest valdkonnast lähtuvalt, kuid ei moodustata neist tervikvastust; on tekkinud valdkondade kaupa isiklik arusaam.	Mitmetahulisus
4 kategooria	Valdkondade vaheliste teadmiste lõimimisel luuakse tervik - erinevatest ainetest tuttavaid protsesse seostatakse; nähtuse kirjeldamiseks seotakse mitme valdkonna teadmised või nähakse teemat laiemas ühiskondlikus kontekstis.	Seostatus
5 kategooria	Kogu argumentatsioonile antakse uus mõõde - kirjeldatakse protsesse või nähtusi, lähtudes mitme valdkonna teadmistest. Tekkinud teadmiste uut taset kasutatakse ühiskondlike probleemide kirjeldamiseks või probleemide juures põhjendatud sotsiaalteaduslike otsuste tegemiseks.	Üldistus

2.3.1. Loodusteadusliku kirjaoskuse kognitiivsete tasemete kirjelduste loomine õpilaste vastuste põhjal

Leidmaks vastust uurimisküsimusele, kas on võimalik õpilaste vastuste põhjal moodustada klastrid, mis kirjeldavad loodusteadusliku kirjaoskuse kognitiivse valdkonna erinevaid tasemeid, viidi läbi *K-Means Cluster* analüüs järgmiste parameetrite alusel:

- 1) **Ülesandes nr 1** „Interdistsiplinaarse mõiste reprodutseerimine“ – tabel 4 järgi kategoriseeritud vastustele antud arvvärtused;
- 2) **Ülesandes nr 2** „Protsessiga seotud mõistete rühmitamine“, võeti arvesse nii seda, kui palju etteantud mõistetest suudeti kasutada, protsessiga seotud mõistete arvu, loogiliselt moodustatud rühmade arvu ja rühmade moodustamise põhjendatud alust. Tulemused kategoriseeriti tabel 4 järgi ja vastustele antud arvvärtused on ülesandenr 2 puhul klasteri moodustamise aluseks;
- 3) **Ülesandes nr 3** „Mõistekaardi koostamine“, tulemustes arvestati nii õigete mõistete arvu, määratletud seoste arvu kui ka protsessiga seotud mõistete ja seoste arvu. Tulemused kategoriseeriti tabel 4 järgi ja vastustele antud arvvärtused on ülesande nr 3 puhul klasteri moodustamise aluseks.
- 4) **Ülesandes nr 4** „Sotsiaalteaduslike probleemide väljatoomine ja kirjeldamine“ – tabel 4 järgi kategoriseeritud vastustele antud arvvärtused.
- 5) **Ülesandes nr 5** „Põhjendatud sotsiaalteadusliku otsuse tegemine“ – tabel 4 järgi kategoriseeritud vastustele antud arvvärtused.

Uurimisküsimustele vastuste leidmiseks kasutati andmete analüüsil Microsoft Excel 2016 ja IBM SPSS Statistics 17 programme.

3. Tulemused ja analüüs

Uurimisküsimustele vastamiseks analüüsiti testi ülesannete kaupa.

3.1. Testi I osa

3.1.1. Interdistsiplinaarse mõiste sisu reprodutseerimine

Eesmärk on kontrollida, milliseid aspekte nii keemiast kui bioloogiast seostavad õpilased transrasvhappe mõistega. Viie väite seast (vt lisa 1) tuli õpilastel ära märkida õiged ja teadlikult jätta valimata valed, mis annab ülevaate sellest, kas õpilane teab, et transrasvhapped on küllastumata rasvhapped ning osalisel hüdrogeenimisel tekkinud küllastumata ühendid. Positiivse tulemuse andis nii variantide a, e ja d valimine, kui ka variantide b ja c mittevalimine. Maksimaalselt oli võimalik saada 5 punkti ja minimaalselt 0, kui õpilane valis variandid b ja c.

Eelmises peatükis kirjeldatud hindamise kategooriate (tabel 4) järgi jagunesid õpilaste vastused järgmistesse kategooriatesse koolide ja klasside kaupa:

Tabel 5. Õpilaste vastuste jaotus kategooriatesse transrasvhappe mõiste sisu reprodutseerimisel

	Kool nr 1				Kool nr 2				Kool nr 3				Kokku	
	11. kl (N=20)		12. kl (N=14)		11. kl (N=16)		12. kl (N=21)		11. a kl (N=22)		11. b kl (N=22)			
Kategooria	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n/N	s	n/N	%
0	0	0,00	0	0,00	1	0,06	1	0,05	0	0,00	1	0,05	3	3
I	2	0,10	9	0,64	4	0,25	9	0,43	9	0,41	5	0,23	38	33
II	12	0,60	4	0,29	9	0,56	8	0,38	13	0,59	11	0,50	57	50
III	6	0,30	1	0,07	2	0,13	3	0,14	0	0,00	5	0,23	17	15

n – esinemissagedus

Valimi lõikes kõige enam vastuseid kuulus II kategooriasse: 57 õpilast 115-st. Vähem on nõrkasid ning kõige vähem 0 ja III kategoorias olevaid õpilasi.

Esimeses ülesandes erinesid 11. ja 12. klasside õpilaste vastused üksteisest statistiliselt olulisel määral ($\chi^2=5,55$ ja $p=0,018$) (lisa 2, tabel 1). 12. klasside õpilaste vastusest kuulub enim I kategooriasse. 11. klassidele on omane suur hulk II kategooria vastuseid (tabel 5). Kolmanda kategooria vastused moodustasid 15 % valimi vastustest. Koolid omavahel statistiliselt olulisel määral ei erine, küll aga erinevad statistiliselt olulisel määral kooli nr 1 11. ja 12. klass ($\chi^2=9,64$

ja $p=0,002$) (lisa 2, tabel 2 ja 3). Sealjuures on kooli nr 1 11. klassi tulemuses kõrgeimad ja 12. klassi omad kõige madalamad (tabel 5 ja 6).

Saja viiteistkümnest õpilasest 112 valis või välistas vähemalt ühe õige/vale variandi, neist 70 õpilast on teadlikult välistanud valed variandid (tabel 6). Kooliti ja klassiti ei joonistu välja sarnaselt valikuid tegevaid õpilasgruppe (tabel 5 ja 6). Küll aga valivad 11. klasside õpilased enam ainult õiged variante (olenevalt koolist ja klassist 50 – 90%), 12. klasside õpilased seevastu märkisid rohkem ära lisaks õigetele variantidele ka valesid (52 – 71 %) (tabel 6).

Tabel 6. Transrasvhappe mõiste sisu reprodutseerimisel esinenud vastuste variandid

		Kool nr 1		Kool nr 2		Kool nr 3		Kokku
		11. kl (N=20)	12. kl (N=14)	11. kl (N=16)	12. kl (N=21)	11.a kl (N=22)	11.b kl (N=22)	
	Variant	n	n	n	N	n	n	n
1*	a, d, e	6	1	2	3	0	5	17
2*	a ja e	5	0	1	3	0	1	10
	a ja d	6	0	2	2	4	0	14
	d ja e	0	0	2	0	1	0	3
	a	1	3	0	0	2	3	9
	e	0	0	4	2	4	7	17
	Kokku	18	4	11	10	11	16	70
	Suhtarvudes	0,90	0,29	0,69	0,48	0,50	0,73	61%
3*	a, b ja e	0	0	0	0	1	0	1
	a, c ja d	0	0	0	1	0	0	1
	a, b ja d	0	1	0	0	0	0	1
	b, d ja e	0	0	0	0	1	0	1
	b ja d	0	0	2	0	0	0	2
	a ja b	0	0	0	0	2	1	3
	b ja e	2	0	0	4	2	1	9
	c ja e	0	6	0	1	0	0	7
	b, c ja e	0	0	1	1	1	0	3
	b	0	2	1	3	2	3	11
	c	0	1	0	0	2	0	3
4*	b ja c	0	0	1	1	0	1	3
	Kokku	2	10	5	11	11	6	45
	Suhtarvudes	0,10	0,71	0,31	0,52	0,50	0,27	39%

n – esinemissagedus. Õiged variandid: a, d, e; valed variandid: b ja c.

1* valitud kõik õiged ja välistatud valed; 2* valitud üks või kaks õiget ja välistatud mõlemad valed; 3* valitud valesid ja õiged läbisegi; 4* valitud ainult kaks vale varianti

Antud valimi õpilastel oli raskusi mõlema õpiku mõistedefinitsioonide äratundmisega: 96 õpilast seostas transrasvhapete mõistet keemia- ja/või bioloogiaõpiku definitsioonidega ning neist 68 (71 %) ainult bioloogia- (40 – variant e: transrasvhapped on tööstuslikud molekulid, milles küllastumata rasvhapete kaksiksidemed on hüdrogeenimisel muudetud üksiksidemeks, et saada tahkeid rasvu) või keemia- (28 – variant a: transrasvhapped on küllastumata rasvhapped, mis sisaldavad vähemalt ühte transkonfiguratsiooniga kaksiksidet) õpikus ära toodud definitsiooniga. Enam eksiti valides varianti b (transrasvhapped on rasvade osalisel hüdrogeenimisel saadud küllastunud rasvhapped), 34 korral.

3.1.2. Protsessiga seotud mõistete rühmitamine

Teise ülesande eesmärgiks on ülevaate saamine, kui hästi suudavad õpilased mõisteid rühmitades seostada neid bioloogiast ja keemiast tuttavate protsesseidega. Ette oli antud 19 mõistet, mis pärinesid bioloogia- ja keemiaõpiku rasvadega seotud tekstidest, neist kolm olid keemiliste protsesside nimetused (lisa 1). Õpilased pidid etteantuid mõisteid rühmitama nii, et igal rühmal oleks mingi tähendus ja põhjendama, miks just koostati vastav rühm. Teise ülesande tulemusi analüüsis uurija lähtuvalt järgmistest aspektidest: **a)** etteantud mõistetest kasutatud mõistete arv – eraldi loeti kokku protsessiga seotud mõisted, ülejäänud moodustasid üldmõiste rühma üksikmõistete kaudu; **b)** rühmade arv (tabelis on märgitud üldine rühmade arv, mis sisaldab ka tähenduseta rühmi) – rühmade puhul vaadeldi, kas mõistetest moodustatud rühmal on tähendus ja selle protsessi käigus eristati nelja tüüpi rühmasi: 1) mõisterühmad, millel puudus tähendus; 2) loogilised rühmad: õpilane ei olnud ise mõistete rühmale tähendust andnud, kuid uurija suutis aru saada, miks vastavad mõisted antud rühma on valitud; 3) põhjendatud rühmad: õpilane pani rühmale pealkirja ehk selgitas, miks vastavad mõisted selles rühmas on; 4) kuna testi teises osas peavad õpilased identifitseerima sotsiaalteaduslikke probleeme ja tegema põhjendatud otsuse transrasvhapete teemalise teksti põhjal, vaadeldakse läbivalt testi esimeses pooles, kuidas on õpilased omandanud teadmised transrasvhapete, sh hüdrogeenimisega seotud teemast, mis antud ülesande puhul tähendab, et märgiti ära, kas õpilane rühmitas mõisteid hüdrogeenimis protsessiga seotult. Antud ülesandes on tabelis 4 toodud kategooriate alusel võimalik maksimaalne saavutatav kategooria 4.

Tabel 7. Protsessiga seotud mõistete rühmitamine

Kategooria	Kool nr 1				Kool nr 2				Kool nr 3				Kokku	
	11. kl (N=20)		12. kl (N=14)		11. kl (N=16)		12. kl (N=21)		11.a kl (N=22)		11.b kl (N=22)			
	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	%
0	12	0,60	9	0,64	6	0,38	0	0,00	3	0,14	6	0,27	36	31
I	1	0,05	3	0,21	2	0,13	3	0,14	4	0,18	8	0,36	21	18
II	1	0,05	1	0,07	0	0,00	2	0,10	5	0,23	4	0,18	13	11
III	6	0,30	1	0,07	8	0,50	16	0,76	10	0,45	4	0,18	45	39

n – esinemissagedus

Saja viieteistkümnest õpilasest 78 moodustasid etteantud mõistetest mõne/mõned loogiliselt-põhjendatud rühma/rühmad (tabel 9). 39 % õpilase tulemused on III kategooria tasemel (tabel 7), st 45 õpilast 115-st oskasid etteantud mõisteid rühmitada nii, et vähemalt ühe moodustatud rühma mõisted olid rühmitatud seoses protsessiga (tabel 8). Ülesannete „Interdistsiplinaarse mõiste sisu reprodutseerimine“ ja „Protsessiga seotud mõistete rühmitamine“ tulemuste vahel korrelatsiooni ei ole (lisa 2, tabel 4).

Valimi lõikes kõigi 11. ja 12. klasside õpilaste tulemused üksteisest statistiliselt olulisel määral ei erine (lisa 2, tabel 1). Küll aga erinevad statistiliselt olulisel määral koolid ($\chi^2=19,68$ ja $p=0,000$) (lisa 2, tabel 2): kõige kõrgemad tulemused on koolis nr 2, kus III kategooria vastused moodustavad suhtarvudes vastavalt 0,5 ja 0,76 (tabel 7), ning madalamaid koolis nr 1. Vastava kooli 11. klassis on 60 % ja 12. klassis 64 % õpilaste vastuseid 0 kategoorias. Koolide ja klasside kaupa erinevad statistiliselt olulisel määral kooli nr 2 11. ja 12. klass (tugevam on 12 klass) ($\chi^2=4,85$ ja $p=0,028$) ning kooli nr 3 kaks 11. klassi (tugevam on 11.a klass) ($\chi^2=4,48$ ja $p=0,034$) (lisa 2, tabel 3). Keskmisest tulemusest paremaid tulemusi saavutanud klasside õpilasi: teise kooli 11. ja 12. klassi ning kolmanda kooli 11.a klassi iseloomustab suure hulga õpilaste vastuste arv II ja III kategoorias – 50 – 86% – teistes valimi klassides jääb see vahemikku 14 – 36 %. Samuti tähendab see seda, et vastavate klasside õpilased moodustavad etteantud mõistetest rohkem protsessi nimega mõisterühmasid (tabel 9). Vastavate klasside keskmised tulemused on paremad valimi keskmistest tulemustest kõigis aspektides, välja arvatud hüdrogeenimisega seotud mõistete rühma moodustamine (tabel 8), nimetatud rühma moodustas 13 % valimi õpilastest. 33-st 0 kategooria õpilasest 25 kuulusid kolme klassi (tabel 9).

Tabel 8. Protsessiga seotud mõistete rühmitamine

	Kool nr 1				Kool nr 2				Kool nr 3				Kokku	
	11. kl (N=20)		12. kl (N=14)		11. kl (N=16)		12. kl (N=21)		11.a kl (N=22)		11.b kl (N=22)			
Rühmitamise aspektid	mx	m	mx	m	mx	m	mx	m	mx	m	mx	m	mx	m
kasutatud mõistete arv	18	3,25	14	2,57	19	7,63	19	14,33	19	8,54	17	4,86	19	6,95
loogiliste rühmade	17	3,05	13	2,36	18	6,00	19	11,90	18	7,32	12	3,45	19	5,89
protsessiga seotud	7	1,40	5	0,36	5	1,81	13	4,24	8	2,41	5	0,59	13	1,89
hüdrogeenimisega seotud	4	0,40	2	0,14	0	0,00	5	0,86	6	0,55	3	0,50	6	0,44
rühmade arv	4	0,75	4	0,71	5	1,81	4	2,81	5	1,86	4	1,34	5	1,56
loogiliste	4	0,70	4	0,71	4	1,69	4	2,43	4	1,76	4	0,95	4	1,40
põhjendatud	4	0,50	1	0,07	4	0,88	4	1,62	3	0,82	2	0,36	4	0,74
protsessiga seotud	2	0,35	2	0,14	1	0,50	3	1,00	2	0,59	3	0,27	3	0,50

mx – tunnuse väärtuste hulgas suurim väärtus, m = aritmeetiline keskmine

Õpilastele valmistasid raskusi järgmised oskused: põhjendada, miks moodustati vastav mõisterühm ja protsessiga seotud mõisterühmade moodustamine (tabel 9). Samuti ei olnud etteantud protsessinimetused (lisa 1) protsessiga seotud mõisterühmade nimetuseks populaarsemad, vaid seda oli seedimine (tabel 10) see tähendab, et etteantud protsessimõistete sisu õpilased ei tea või teavad vähesel määral (Novak ja Cañas, 2008). Kõige enam kasutati rühmitamisel etteantud mõistetest rasva ja vähem rakumembraani mõistet (lisa 2, tabel 5). Hüdrogeenimisega seotud mõisterühma moodustas 13 % valimi õpilastest (tabel 9), kuigi mõistet kasutas üldmõiste nimetamiseks üksikmõistete kaudu rohkem õpilasi (lisa 2, tabel 5). Keskmisest tulemusest enam õpilasi moodustab protsessiga seotud rühmi eelpool nimetatud kõrgemaid tulemusi saanud kolme klassi õpilased (tabel 9).

Kaheksakümne kahest mõistetest rühmasi moodustanud õpilasest 62 % kasutas kuni 12 mõistet (joonis 3). Enim moodustasid õpilased etteantud mõistetest ühe rühma (tabel 10), 77 % 82-st mõistetest rühma moodustanud õpilasest moodustas 1 – 3 rühma. Valikut, miks vastavad mõisted rühma moodustamiseks valiti, oskab põhjendada 41 % õpilastest (tabel 9). Põhjendamatus võib olla seotud juhusliku valikuga, mis viitab teadmiste lünklikkusele ja põhjustab ebakindlust vastamisel. Ebakindlus suureneb protsessiga seotud rühmade moodustamisel, kus 78 %, 45-st protsessiga seotud rühma moodustanud, moodustab ühe rühma (tabel 10).

Tabel 9. Protsessiga seotud mõistete rühmitamine

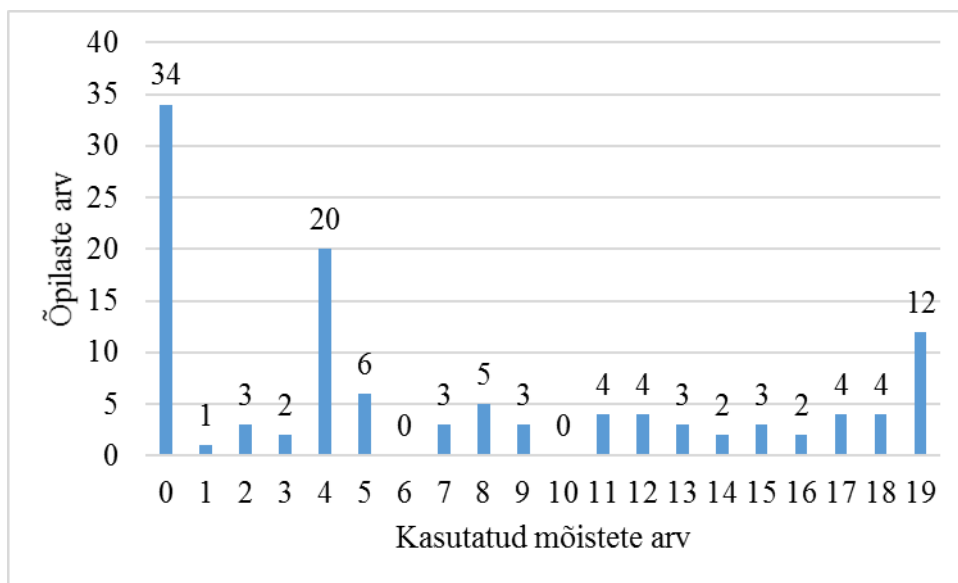
	11. kl (N=20)		12. kl (N=14)		11. kl (N=16)		12. kl (N=21)		11.a kl (N=22)		11.b kl (N=22)		Kokku	
	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	%
Ülesande struktuur														
Mõistete rühma moodustamine	8	0,40	6	0,36	11	0,69	21	1,00	19	0,86	17	0,77	82	70
loogiliselt põhjendatud	8	0,35	6	0,36	11	0,69	20	0,90	19	0,86	14	0,68	78	65
pealkirjastatud	7	0,35	1	0,07	6	0,38	14	0,67	12	0,55	7	0,32	47	41
protsessiga seotud	6	0,35	1	0,07	8	0,50	16	0,76	10	0,45	4	0,18	45	40
hüdrogeenimisega seotud	2	0,10	1	0,07	0	0,00	5	0,24	3	0,14	4	0,18	15	13

n – esinemissagedus

Tabel 10. Ülesanne nr 2 iseloomustavad karakteristikud

	Kool nr 1		Kool nr 2		Kool nr 3		Kokku	
	11. kl (N=20)	12. kl (N=14)	11. kl (N=16)	12. kl (N=21)	11.a kl (N=22)	11.b kl (N=22)		
Rühmade arv õpilase kohta	n	n	n	n	n	n	n	%
1	5	3	3	2	9	11	33	40
2	1	0	0	5	3	5	14	17
3	0	1	3	9	3	0	16	20
4	2	3	3	5	3	1	17	21
5	0	0	1	0	1	0	2	2
Kokku	0	0	0	0	0	0	82	71
protsessiga seotud								
1	5	0	8	12	7	3	35	78
2	1	1	0	3	3	0	8	18
3	0	0	0	1	0	1	2	4
Kokku	0	0	0	0	0	0	45	39
Nimetatud protsessid								
Hüdrogeenimine	2	1	0	5	3	4	15	33
Hüdrolüüs	1	1	1	5	3	1	12	27
Ümberesterdamine	0	0	0	0	1	0	1	2
Seedimine	4	0	4	11	5	1	25	56
Fotosüntees	0	0	3	1	1	0	5	11

n – esinemissagedus



Joonis 3. Etteantud mõistete kasutamine rühmitamisel

Enam etteantud mõistete ärakasutamine ei tähenda ilmtingimata mõistete grupeerimist protsessi nimetuse alusel, korrelatsioon nende kahe toimingu vahel on statistiliselt oluline ja keskmine ($\rho=0,633$ ja $p=0,000$).

3.1.3. Mõistekaardi koostamine

Ülesande nr 3 eesmärk on ülevaate saamine mõistete struktureeritusest rasvade ja seal hulgas transrasvhapete teemal: milliseid protsessid õpilastel antud teemaga seostuvad, kas nende teadmised on esindatud mitme valdkonna lõikes. Antud ülesandes kasutatakse ankurdatud mõistetega mõistekaarti (Novak ja Cañas 2008). Mõistekaardi teemaks on „Rasvad toitumisel“ ja ette on antud neli mõistet (vt lisa 1). Andmeanalüüs viidi läbi arvuti abita ja osaliselt kvantitatiivsena (Reiska 2014) – 1) loeti kokku mõisted, mida õpilased on kasutanud; 2) mõistete õigsuse hindamisel vaadeldi, kas iga mõiste järgneb loogiliselt eelmisele; 3) vaadati, mitu ja millist etteantud mõistest on mõistekaardi koostamisel kasutatud; 4) loeti kokku kõik seosed; 5) anti hinnang nooltele kirjutatud seoste põhjendustele, et saada ülevaade mõistete abil kirjutatud lausetest ja nende tõesusest; 6) loeti kokku mõisted, mida kasutati protsessi/protsesside kirjeldamisel – eraldi tähelepanu pöördi transrasvhapete mõiste seostamisele hüdrogeenimisprotsessi kirjeldamisel; 7) määrati protsesside kirjeldamiseks kasutatud seoste õigsus ja õiged loeti kokku; 8) moodustunud mõistekaartide struktuurile hinnangu andmiseks loeti kokku ka tsentraalsed mõisted, st mõisted, mida seostati vähemalt kolme edasi hargneva mõistega. Tulemused kategoriseeriti tabelis 4 esitatu põhjal.

Mõistekaardi koostas 115-st õpilasest 78 (tabel 12). 37 õpilast, kes on jätnud mõistekaardi koostamata, on 29 õpilast kolmest klassist (tabel 11). 11. ja 12. klassi õpilaste tulemused üksteisest statistiliselt olulisel määral ei erine (lisa 2, tabel 1). Koolid aga erinevad omavahel statistiliselt olulisel määral ($\chi^2=25,40$ ja $p=0,000$) (lisa 2, tabel 2). Kõige kõrgemad tulemused on koolis nr 2 ja madalaimad koolis nr 1. Omavahel erinevad statistiliselt olulisel määral koolide ja klasside lõikes kooli nr 3 kaks üheteistkümnendat klassi (kõrgemate tulemustega 11.a) ($\chi^2=4,09$ ja $p=0,043$) (lisa 2, tabel 3). Nagu ka eelmises ülesande puhul, tähendab see seda, et kooli nr 2 mõlema ja kooli nr 3 11.a klassi keskmised tulemused on paremad valimi keskmistest tulemustest kõigis aspektides (tabel 11). Erandiks on tsentraalse mõiste esinemine, kus kooli nr 2 12. klassi keskmine tulemus jääb alla valimi keskmisele tulemusele. Lisaks iseloomustab kolme nimetatud klassi suurem õpilaste vastuste hulk IV kategoorias 38 – 50 % (kooli nr 1 11. ja 12. klassi ning kool nr 3 11.b klassi tulemusi vastavas kategoorias 9 – 15%) (tabel 10) ja valimi keskmisest protsendist enam õpilasi põhjendab seoseid ja kirjeldab protsesse (tabel 12).

Tabel 11. Mõistekaardi koostamine

Kokku	Kool nr 1				Kool nr 2				Kool nr 3				Kokku	
	11. kl (N=20)		12. kl (N=14)		11. kl (N=16)		12. kl (N=21)		11.a kl (N=22)		11.b kl (N=22)			
	N	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	%
0	10	0,50	12	0,86	3	0,19	1	0,05	4	0,18	7	0,32	37	32
I	2	0,10	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	2
II	2	0,10	0	0,00	2	0,13	0	0,00	6	0,27	8	0,36	18	16
III	3	0,15	0	0,00	3	0,19	11	0,52	2	0,09	5	0,23	24	21
IV	3	0,15	2	0,14	8	0,50	8	0,38	10	0,45	2	0,09	33	29
V	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,05	0	0,00	0	0,00	1	0,1

n – esinemissagedus

Saja viieteistkümnest 30 õpilase vastused olid antud teemal IV ja V kategoorias (tabel 11) ja 37 (32 %) õpilase omad asetused 0 kategooriasse. Kõige enam mõistekaardi koostanud õpilaste vastustest, 29 % (33 õpilase omad) langevad neljandasse kategooriasse. Ülesannete „Protsessiga seotud mõistete rühmitamine“ ja „Mõistekaardi koostamine“ tulemuste vahel on statistiliselt oluline keskmine korrelatsioon ($p=0,462$ ja $p=0,000$) (lisa 2, tabel 4). Järelikult on keskmine suundumus sel, et need õpilased, kes saavutasid paremaid tulemusi rühmitamises teevad seda ka mõistete vaheliste seoste leidmisel ja määratlemisel.

Tabel 12. Mõistekaardi koostamine

	Kool nr 1				Kool nr 2				Kool nr 3				Kokku	
	11. kl (N=20)		12. kl (N=14)		11. kl (N=16)		12. kl (N=21)		11.a kl (N=22)		11.b kl (N=22)			
Koostamise aspektid	mx	m	mx	m	mx	M	mx	m	mx	M	mx	m	mx	m
mõistete arv	25	5,60	19	1,86	13	7,63	18	8,95	16	8,09	21	5,65	25	6,53
loogiliselt seotud	25	5,40	19	1,86	13	7,31	18	7,57	15	6,82	17	5,00	25	5,83
protsessiga seotud	11	1,40	6	0,71	9	2,44	15	3,81	14	3,05	5	0,82	15	2,10
seoste arv	23	4,80	17	1,64	11	5,94	19	8,24	16	6,95	20	5,09	23	5,67
põhjendatud	10	1,75	1	0,07	9	2,56	9	3,33	11	1,73	6	0,59	11	1,72
protsessiga seotud	6	0,55	0	0,00	7	1,44	9	1,29	6	1,00	2	0,23	9	0,77
tsentraalnemõiste	3	0,45	1	0,07	1	0,38	2	0,19	2	0,36	1	0,18	3	0,29

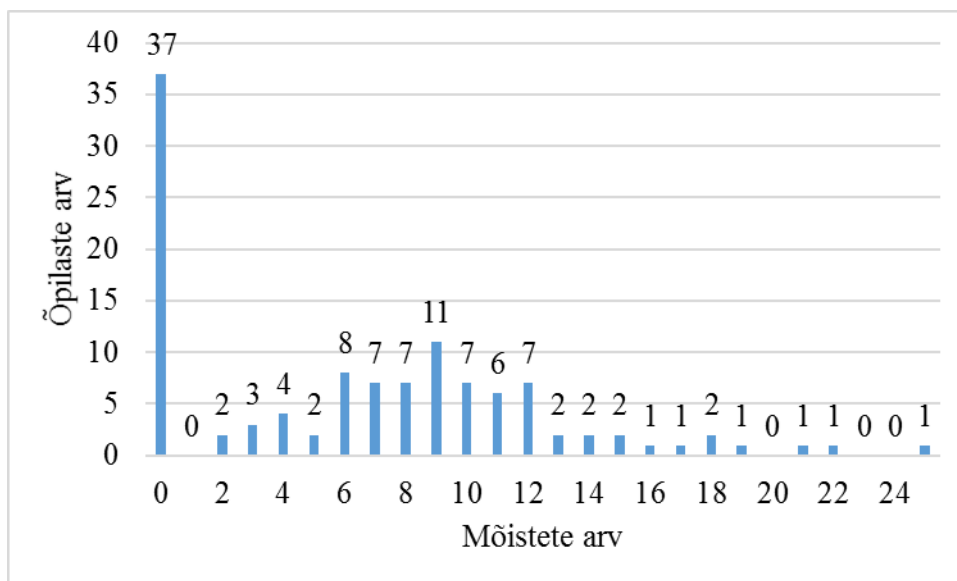
mx – tunnuse väärtuste hulgas suurim väärtus, m = aritmeetiline keskmine

Tabel 13. Mõistekaardi struktuur

	Kool nr 1				Kool nr 2				Kool nr 3				Kokku	
	11. kl (N=20)		12. kl (N=14)		11. kl (N=16)		12. kl (N=21)		11.a kl (N=22)		11.b kl (N=22)			
Mõistekaardi struktuur	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	%
Mõistekaardi koostamine	10	0,50	2	0,14	13	0,81	20	0,95	18	0,82	15	0,68	78	68
põhjendatud seostega	7	0,35	1	0,07	11	0,69	17	0,81	10	0,45	5	0,23	51	44
protsessi kirjeldustega	4	0,20	2	0,14	9	0,56	11	0,52	11	0,45	4	0,18	41	36
tsentraalsemõiste esiletoomisega	6	0,30	1	0,07	6	0,38	3	0,14	7	0,32	4	0,18	27	23

n – esinemissagedus

Enamik mõisteid mida mõistekaartidel kasutati olid omavahel loogiliselt seotud, vahe kogu mõistete arvu ja loogiliselt seotud mõistete arvu keskmiste vahel on alla ühe (tabel 12). 82 % mõistekaardi koostanud õpilastest kasutab kuni 12 mõistet (joonis 4).



Joonis 4. Mõistekaardi koostamisel kasutatud mõistete arv

Ka mõistekaardi ülesande analüüsi tulemused näitavad, et õpilastel on raksusi antud teemaga seotud mõistete kasutamise ja seoste loomisega. Saja viieteistkümnest õpilasest vaid 41 õpilase mõistekaardid olid seotud protsesside kirjeldamisega, neist 88 % käsitles vaid ühte protsessi. Enim käsitletud protsess oli seedimine, mis oli mõistekaardis esitatud 67 % õpilastest (tabel 14). Hüdrogeenimist oli mõnel üksikul korral mõistekaardis. Mis tõestab veelkord, et hüdrogeenimise mõiste valmistab õpilastele raskusi – st nad ei mõista antud mõiste sisu või teavad vähesel määral (Novak ja Cañas, 2008).

Üllatav oli, et rakumembraani mõistet kasutas vaid 9 õpilast. Seitsmekümne kaheksast mõistekaardi koostanud õpilasest kasutasid toiduainete tööstuse mõistet 70 (90%), seedimise ja transrasvhappe mõistet vastavalt 66 ja 57 (tabel 14).

Kas õpilane seostas mõisteid protsessiga ülesandes nr 2 ja kas ta tegi seda ka mõistekaardi koostades, selle vahel on staatiliselt oluline nõrk seos ($\rho=0,296$ ja $p=0.001$). Nagu ka eelmises ülesandes ei pruugi suur kasutatud mõistete arv tähenda, et kirjeldatakse ka rohkem protsesse – nende kahe toimingu vahel on statistiliselt oluline keskmine seos ($\rho=0,609$ ja $p=0.000$). Statistiliselt oluline keskmine seos on ka selle vahel, et kui õpilane kasutas eelmises ülesandes rohkem mõisteid, siis ta tegi seda ka mõistekaardi koostamisel ($\rho=0,469$ ja $p=0.000$).

Tabel 14. Protsesside esitamine mõistekaardil

	Kool nr 1		Kool nr 2		Kool nr 3			
	11. kl (N=20)	12. kl (N=14)	11. kl (N=16)	12. kl (N=21)	11.a kl (N=22)	11.b kl (N=22)	Kokku	
Etteantud mõistete valdkond	n	n	n	n	n	n	n	%
toiduainete tööstus	8	2	13	20	15	12	70	90
seedimine	6	2	10	17	17	14	66	77
transrasvhapped	7	1	10	16	10	13	57	73
rakumembraan	0	0	5	3	1	0	9	12
Protsesside arv õpilase kohta								
1	4	2	6	10	10	4	36	88
2	0	0	1	2	1	0	4	10
4	0	0	1	0	0	0	1	2
Kirjeldatud protsessid								
ainevahetus	3	2	5	5	11	3	29	71
sh seedimine	2	2	5	5	10	3	27	
ja raku ainevahetus	1	0	0	0	0	0	1	
raku hingamine	0	0	2	6	0	0	8	20
hüdrogeenimine	1	0	1	1	1	1	5	12
rasvumine	0	0	1	2	0	0	3	7
migratsioon	0	0	1	0	0	0	1	2
üleilmastumine	0	0	1	0	0	0	1	2
keskkonnareostus	0	0	1	0	0	0	1	2
Mõistekaardil esinenud valdkondade arv								
1	2	0	0	2	1	3	8	10
2	1	1	5	9	10	5	31	40
3	1	0	8	5	5	2	21	27
4	6	1	0	3	2	4	16	21
5	0	0	0	1	0	1	2	3
Valdkonnad								
kooli bioloogia	7	2	13	18	18	14	72	92
tööstus	10	2	12	18	16	12	70	90
tervis	7	1	6	9	5	7	35	45
kooli keemia	3	0	3	4	2	3	15	19
põllumajanduslik rakendus	3	0	0	1	1	0	5	6
sotsiaal	0	1	0	1	0	2	4	5
kooli geograafia	0	0	0	1	2	0	3	4
teaduslik meetod	1	0	0	0	0	2	3	4

n – esinemissagedus

Kui mõistekaardi koostamisel kasutatakse enamjaolt üksteisega loogiliselt seotud mõisteid, siis tundub vähem õpilasi oskab mõistete vahelisi seoseid põhjendada (51 õpilast 78-st) (tabel 13). Korrelatsioon loogiliselt üksteisele järgnevate mõistete arvu ja põhjendatud seoste arvu vahel on statistiliselt oluline ja keskmise tugevusega ($\rho=0,610$ ja $p=0.000$), samuti on statistiliselt oluline keskmine korrelatsioon põhjendatud seoste arvu ja protsessiga seotud seoste arvu vahel ($\rho=0,648$ ja $p=0.000$).

Seitsmekümne seitsmel protsendil mõistekaarditest leidis kajastamist kuni kolme valdkonna teadmised (tabel 14). Sagedamini kasutati lausetes igapäevaelu kui kooliainetega seotud mõisteid: 114 korral kuuluvad mõisted igapäeva elulistesse valdkondadesse ja 93 korral kooli õppeainetega seotud valdkondadesse (tabel 14). Enim kuulusid mõisted õppeainetest bioloogia (72) ja igapäevaelust tööstuse (70) valdkondadesse.

Enamiku õpilaste mõistekaardid olid lineaarse struktuuriga, st mõisted järgnesid üksteisele ega moodustanud tsentraalset mõistet, mille ümber moodustuks mitu mõisterühma. 27 (23%) õpilast 115-st moodustasid mõistete abil lauseid nii, et vähemalt kolmel mõttel oli algne seos ühe mõistega (kolm tsentraalse mõistega ühenduses olevat mõistet hargnesid edasi veel vähemalt kolme mõiste võrra). Vaid kaheksal korral olid tsentraalseks mõisteks transrasvhapped või rasvad toitumisel, kolmel korral toiduainete tööstus kui eelnevate mõistete rakendus. Kui õpilane nimetab mõistete ja seoste abil mõnd protsessi, ei tähenda see seda, et ta mõistekaardi struktuur ei oleks lineaarne: protsessi nimetamise ja tsentraalmõistete olemasolu vahel on statistiliselt oluline keskmine seos ($\rho=0,507$ ja $p=0.000$).

3.2. Testi II osa

II osa (lisa 1) eesmärgiks on ülevaate saamine, kas ja mil määral õpilased toetuvad igapäevaelulises situatsioonis koolis omandatud teadmiste.

3.2.1. Sotsiaalteaduslike probleemide ära tundmine meedia tekstis

Ülesandes 4 tuleb õpilastel läbi lugeda eesti meedia artiklite baasil koostatud tekst (lisa 1) ja seejärel identifitseerida või määratleda probleemid, mida nad antud teemal näevad.

Saja viieteistkümnest testi sooritanud õpilasest 76 (66 %) vastused liigituvad II kategooriasse, st õpilased reprodutseerivad antud teemavaldkonna probleemide nimetamisel meediatekstis

toodud väiteid. 20 õpilasel on antud teemas välja kujunenud isiklik arusaam (tabel 15). Üksikute õpilaste vastused kuuluvad IV kategooriasse, ehk nad näevad antud valdkonna probleeme ka ühiskondlikus mõõtnes. Uskumuste, hoiakute kirjeldamise tõttu on 16 õpilase vastused I kategoorias.

Tabel 15. Sotsiaalteaduslike probleemide ära tundmine meedia tekstis

	Kool nr 1				Kool nr 2				Kool nr 3				Kokku	
	11. kl (N=20)		12. kl (N=14)		11. kl (N=16)		12. kl (N=21)		11.a kl (N=22)		11.b kl (N=22)			
Kategooria	N	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	N	%
I	1	0,05	3	0,21	1	0,06	2	0,10	3	0,14	6	0,27	16	14
II	16	0,80	8	0,57	9	0,56	11	0,52	17	0,77	15	0,68	76	66
III	3	0,15	3	0,21	6	0,38	5	0,24	2	0,09	1	0,05	20	17
IV	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	0,14	0	0,00	0	0,00	3	3

n – esinemissagedus

Sotsiaalteaduslike probleemide identifitseerimise, määratlemise ja välja toomise oskuste poolest 11. ja 12. klasside õpilased üksteisest statistiliselt ei erine (lisa 2, tabel 1). Koolid erinevad üksteisest statistiliselt olulisel määral ($\chi^2=11,89$ ja $p=0,003$) (lisa 2, tabel 2). Kõrgemate tulemustega valimi keskmisest näitajast on endiselt kool nr 2 õpilased, kus kahe klassi õpilaste vastustest enim kuulub III kategooriasse. Teisel kohal on kool nr 1, kus 12. klassi õpilaste vastused, võrreldes valimi keskmise tulemusega, kuuluvad enim III kategooriasse, erinevalt ülesannetest 2 ja 3, kus antud klassi tulemused olid keskmisest näitajast all pool. Koolide ja klasside kaupa õpilaste vastused üksteisest statistiliselt olulisel määral ei erine (lisa 2, tabel 3).

Probleemide identifitseerimisel, määratlemisel ja välja toomisel on statistiliselt oluline keskmine korrelatsioon ülesandega „Mõistekaardi koostamine“ ($\rho=0,344$ ja $p=0,000$) (lisa 2, tabel 4). Antud ülesande tulemuste ning esimese ja teise ülesannete tulemuste vahel ei ole korelatsiooni.

Probleemide kirjeldamisel lähtuvad õpilased meediatekstides esitatud argumentidest – kuni II kategooriani, neid lihtsalt uuesti reprodutseerides. Alates IV kategooriast lisatakse omapoolne hinnang. Kui mõistekaardi koostamisel olid olulised ka õpikutest pärit mõisted, siis nüüd kasutavad õpilased etteantud meediatekstidest pärit mõisteid. Seega leiavad kajastust samad

valdkonnad, mis on esindatud ka meediaartiklite põhjal koostatud tekstides. Õpilastel ei loo ainete- ja valdkondade üleseid teadmisi. Näited kategooriate järgi:

I kategooria näide: Kasutatakse toitudes liiga palju transrasvu, mis põhjustavad suurt kahju inimese organismile.

II kategooria näide: Transrasvade söömine tõstab halva ehk LDL-kolesterooli taset. Kommid sisaldavad hüdrogeenitud taimeraskvu.

III kategooria näide: Liigne töödeldud toitude tarbimine. Tervisele kahjulikud toitumisharjumused. „Peidetud“ töödeldud taimeraskv, mida on lisatud väga paljudesse toitudesse, kuigi saaks vältida.

IV kategooria näide: Transrasvade mõju on veel ebaselge ning nende sisaldust toidus on raske kontrollida.

Tabel 16. Sotsiaalteaduslike probleemide ära tundmine meedia tekstis

	Kool nr 1				Kool nr 2				Kool nr 3				Kokku	
	11. kl (N=20)		12. kl (N=14)		11. kl (N=16)		12. kl (N=21)		11.a kl (N=22)		11.b kl (N=22)			
Valdkondade arv	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	%
1	5	0,25	4	0,29	6	0,38	13	0,62	11	0,50	12	0,55	52	45
2	9	0,45	5	0,36	5	0,31	6	0,29	8	0,36	3	0,14	35	30
3	5	0,25	2	0,14	4	0,25	1	0,05	1	0,05	1	0,05	14	12
Valdkonnad														
tööstus	9		3		5		4		3		2		26	
tervis	19		8		13		11		16		12		79	
sotsiaal	10		9		9		7		9		7		51	
eetika	0		0		1		6		2		0		9	
Uskumused	1		2		0		1		0		5		9	
Hoiakud	0		0		1		1		4		2		8	

n – esinemissagedus

Kui mõistekaartidel seostasid õpilased mõisteid enamjaolt kuni nelja valdkonna piires (tabel 14), siis sotsiaalteaduslike probleeme igapäeva eluliste situatsioonides identifitseerivad, määratlevad ja toovad välja nad enamjaolt kuni kahe valdkonna piires (tabel 16). Kui mõistekaartidel esines kogu valimi peale kaheksa erinevat valdkonda, siis nüüd ainult neli: kõige populaarsem oli tervis (79), sotsiaalvaldkond (51) ja tööstus (26): uus valdkond on eetika 9 mainimiskorraga. Kui mõistekaardi koostamisel jäi teadmisi kajastades ühe valdkonna

piiresse kaheksa õpilast (tabel 14), siis probleemide kirjeldamisel on neid õpilasi 52 (tabel 16). Väidet, et õpilastel ei ole antud teemal ainete ja valdkondade ülest arusaama, kinnitab ka asjaolu, et III ja IV kategooria sotsiaalteaduslikke probleme nähakse enim ühe valdkonna piires: 22-st 19-l korral (lisa 2, tabel 6). Vastavate kategooria vastustes on populaarseim sotsiaalvaldkond. Klasside ja koolide kaupa õpilaste vastused valdkondade eelistustes ei erine.

3.2.2. Põhjendatud sotsiaalteadusliku otsuse tegemine

Testi II osa teises ülesandes pidid õpilased sõnastama otsuse, kas Eestis tuleks transrasvhapete kasutamine keelustada või mitte.

Kui probleemide identifitseerimisel, määratlemisel ja välja toomisel kuulusid 76 õpilase vastused II kategooriasse, siis oma otsust põhjendades langeb nende õpilaste arv 45-le (39 %) (tabel 15 ja 17): kasvab nii kolmanda kategooria põhjendanute arv 17 õpilase võrra, kui ka peaaegu poole võrra usulistele ja hoiakutele põhinevate õpilaste arv. Siiski, nagu ka sotsiaalteaduslike probleemide ära tundmisel meedia tekstis, iseloomustavad sotsiaalteadusliku põhjendatud otsust tehes valimi õpilasi kõige enam II kategooria vastused.

Tabel 17. Põhjendatud sotsiaalteaduslike otsuste tegemine

	Kool nr 1				Kool nr 2				Kool nr 3				Kokku	
	11. kl (N=20)		12. kl (N=14)		11. kl (N=16)		12. kl (N=21)		11.a (N=22)		11.b kl (N=22)			
Kategooria	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	%
I	3	0,15	7	0,50	3	0,19	3	0,14	7	0,32	8	0,36	31	27
II	7	0,35	5	0,36	5	0,31	8	0,38	9	0,41	11	0,50	45	39
III	10	0,50	2	0,14	8	0,50	8	0,38	6	0,27	3	0,14	37	32
IV	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,10	0	0,00	0	0,00	2	2

n – esinemissagedus

Ülesande „Põhjendatud sotsiaalteadusliku otsuse tegemine“ 11. ja 12. klassi õpilaste vastused statistiliselt olulisel määral ei erine (lisa 2, tabel 1). Küll aga erinevad jällegi statistiliselt olulisel määral õpilaste vastused koolide kaupa ($\chi^2=7,7$ ja $p=0,021$) (lisa 2, tabel 2). Kool nr 2 on ülesannetes 2, 3, 4 ja 5 läbivalt kõrgeimate tulemustega. Kehvamate tulemustega, nagu ka eelmises ülesandes, on kool nr 3 (ülesandes 2 ja 3 oli selle kooli 11.a klass üks tugevamatest). Antud ülesande juures erinevad statistiliselt olulisel määral ($\chi^2=6,19$ ja $p=0,013$) kooli nr 1 11. ja 12. klassi õpilased: tugevam on seejuures 11 klass (lisa 2, tabel 3). Kooli nr 1 11. ning kooli

nr 2 11. ja 12. klassi iseloomustab kogu valimi keskmisest suurem vastuste arv III kategoorias (tabel 17).

Sotsiaalteadusliku põhjendatud otsuse tegemisel esineb statistiliselt oluline keskmine korrelatsioon ülesannetega „Protsessiga seotud mõistete rühmitamine“ ($p=0,309$ ja $p=0,001$), „Mõistekaardi koostamine“ ($p=0,318$ ja $p=0,001$) ja „Sotsiaalteaduslike probleemide väljatoomine ja kirjeldamine“ ($p=0,363$ ja $p=0,000$) (lisa 2, tabel 4). Korrelatsioon puudub esimese ülesandega „Interdistsiplinaarse mõiste reprodutseerimine“.

Tabel 18. Põhjendatud sotsiaalteadusliku otsuste tegemine

	Kool nr 1				Kool nr 2				Kool nr 3				Kokku	
	11. kl (N=20)		12. kl (N=14)		11. kl (N=16)		12. kl (N=21)		11.a kl (N=22)		11.b kl (N=22)			
Valdkondade arv	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	%
1	12	0,60	7	0,50	5	0,31	11	0,52	11	0,50	13	0,59	57	50
2	5	0,25	0	0,00	8	0,50	6	0,29	4	0,18	2	0,09	21	18
3	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,05	0	0,00	0	0,00	1	1
Valdkonnad														
tööstus	3		0		7		4		3		1		18	
tervis	6		2		7		8		3		8		34	
sotsiaal	12		5		7		12		12		6		54	
eetika	1		0		0		2		1		2		6	
Uskumused	5		2		1		6		6		7		27	
Hoiakud	2		2		2		2		5		9		22	

n – esinemissagedus

Sarnaselt eelmise ülesandega on käsitletud valdkondade arv ühe õpilase piires maksimaalselt kolm, kuid erinevalt sotsiaalteaduslike probleemide nägemisest ja kirjeldamisest põhjendab oma otsuseid kahest ja kolmest valdkonnast lähtuvalt väiksem arv õpilasi (tabel 16, 18). Kajastatud valdkondade arvu poolest koolid ja klassid üksteisest ei erine (tabel 18). Otsuseid tehes, nagu ka probleemide nägemisel, on kajastatud artiklite seisukohad. Teadmiste sügavusmõõde tuleneb teistest meediatekstidest, mitte koolis õpitust. Puudub teema tervikanalüüs, kus oleks arvesse võetud erinevaid ainealaseid ja valdkondade põhiseid teadmisi. Näited kategooriate kaupa:

I kategooria näide: Eesti teadlased on targad ja teavad, et ei ole vaja ära keelata midagi, mida niikuinii liiga palju toidus ei ole. Lisaks leian ma, et igat ainet on organismis vaja mõõdukas koguses.

II kategooria näide: Kõike tuleb mõõdukuse piires tarbida ning tegelikult püütakse niigi vähem neid transrasvhappeid kasutada toidus.

III kategooria näide: Inimesi peaks rohkem teadvustama, kus esinevad transrasvhapped ning miks need kahjulikud on.

IV kategooria näide: Inimesed ei toitu veel piisavalt tervislikult. Ebatervislikest eluviisidest tingitud südame- ja veresoonehaigused on Eestis üks peamisi suremuse põhjuseid.

Nagu ka eelmises ülesandes kõrgemate kategooriate õpilased tavaliselt sotsiaalteaduslike otsuste tegemisel oma vastust ei põhjenda enama kui ühe valdkonna piires (lisa 2, tabel 6 ja 7). Eelistatuim on sotsiaalvaldkond (tabel 18).

Seos selle vahel, kas õpilased, kes nägid sotsiaalteaduslikke probleeme rohkemates valdkondades ka teevad põhjendatud otsuse, tuginedes sama või lisanduvate valdkondade teadmistele ei ole võimalik leida, sest hii-ruut analüüsil on neid lahtreid, mille oodatav väärtus on alla viie 50%. Üle 20 % esineb neid lahtreid, mille oodatav väärtus on alla viie ka siis, kui teha hii-ruut analüüs mõistekaardi valimi piires kajastatud ja sotsiaalteadusliku otsuse põhjendamisel kasutatud valdkondade vahel.

Kui võrrelda mõistekaardil kajastatud valdkondi testi teise osa ülesannete omadega, siis kahaneb kasutatud valdkondade arv – kolmanda ülesandes kaheksa, neljandas ja viiendas neli valdkonda. Kasvab õpilaste arv, kes kasutavad sotsiaalteaduslike probleemide kirjeldamiseks või põhjendatud otsuse tegemiseks ühe valdkonna teadmisi (tabel 14, 16 ja 18).

3.3. Loodusteadusliku kirjaoskuse kognitiivsete tasemete kirjelduste loomine õpilaste vastuste põhjal

Üheks käesoleva uurimistöö eesmärgiks on empiiriliste andmete alusel luua loodusteadusliku kirjaoskuse tasemete kirjeldamise süsteem ning määratleda õpilaste vastuste vastavus erinevatele tasemetele. Nagu andmetöötluse peatükis ära toodi, moodustati ülesannete vastuste põhjal *K-Means Cluster* analüüsi abil kolm klastrit: esimesse klastrisse (edaspidi klaster 1) kuulub 60 õpilast, teise (edaspidi klaster 2) 33 ja kolmandasse (edaspidi klaster 3) 22 õpilast (tabel 19). Moodustunud klastrid erinevad statistiliselt olulisel määral üksteisest nii ülesannete

tulemuste kui ka aspektide keskmiste näitajate poolest, erandiks on hüdrogeenimine (lisa 2, tabel 8).

Tabel 19. Loodusteadusliku kirjaoskuse tasemete vastavus klasteranalüüsi tulemustele

	Kool nr 1				Kool nr 2				Kool nr 3				Kokku		
	11. kl (N=20)		12. kl (N=14)		11. kl (N=16)		12. kl (N=21)		11.a kl (N=22)		11.b kl (N=22)				
Klaster	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	n/N	n	%	LK tase
1	7	0,35	12	0,86	3	0,19	6	0,29	15	0,68	17	0,77	60	52	nominaalne
2	9	0,45	0	0,00	8	0,50	9	0,43	3	0,14	4	0,18	33	28	funktsionaalne
3	4	0,20	2	0,14	5	0,31	6	0,29	4	0,18	1	0,05	22	19	struktureaalne

n – esinemissagedus

Testi tulemuste analüüsist selgub, et õpilased väldivad mõistete ja seoste abil hüdrogeenimis protsessi nimetamist, ehk antud protsessiga seotud mõistete sisu on õpilaste jaoks tõenäoliselt raskesti arusaadav ja seetõttu on loodusteadusliku kirjaoskuse kõrgemaiks saavutatud tasemeks struktureaalne. Loodusteadusliku kirjaoskuse tasemelisuse struktuur järgib kõigi ülesannete lõikes tabelis 4 kirjeldatud – enim on loodusteadusliku kirjaoskuse struktureaalsel tasemel õpilasi koolis nr 2, nii 11. kui 12. klassis (tabel 19).

Kolmandasse klastrisse kuuluvad õpilased said kõige kesisemad tulemused esimeses ülesandes, kõikides teistes ülesannetes ja nende aspektides olid nende tulemused keskmiselt kõrgeimad (lisa 2, tabel 9). Teise klatri õpilased olid nelja viimase ülesande tulemustes ja kõikides loetletud aspektides keskmised ja said kõrgeimad tulemused interdistsiplinaarse mõiste sisu reprodutseerimisel. Esimese klatri õpilased olid interdistsiplinaarse mõiste sisu reprodutseerimises keskmised ja kõigis teistes ülesannetes tulemustes ja nende aspektides nõrgimad. Erandiks on hüdrogeenimise protsessi nimetamine – teises ja kolmandas ülesandes hüdrogeenimise mõiste sisu mõistete ja seoste abil andsid edasi üksikud õpilased. Lisaks, testi esimese ja teise ülesande tulemuste vahel puudub korrelatsioon. See tähendab, et sellest kui hästi õpilased oskasid transrasvhape mõiste sisu reprodutseerida ei olenenud nende loodusteadusliku kirjaoskuse tase.

Tendents on selles suunas, et need kes saavad mõistekaardi tegemisel häid tulemusi, saavad häid tulemusi ka protsesside sisu edasi andmises mõistete ja seoste abil ja nende vastused on

kõrgemates kategooriates igapäevaeluliste sotsiaalteaduslike probleemülesannete lahendamisel.

Tabel 20. Moodustatud klastreid iseloomustavad kategooriad

	Klaster 1 (N=60)		Klaster 2 (N=33)		Klaster 3 (N=22)		Kokku	
Kategooriad	n	n/N	n	n/N	n	n/N	N	%
ülesanne 1								
0	1	0,02	0	0,00	2	0,09	3	3
I	21	0,35	3	0,09	14	0,64	38	33
II	30	0,50	21	0,64	6	0,27	57	50
III	8	0,13	9	0,27	0	0,00	17	15
ülesanne 2								
0	24	0,40	9	0,27	3	0,14	36	16
I	14	0,23	5	0,15	2	0,09	21	18
II	7	0,12	3	0,09	3	0,14	13	11
III	15	0,25	16	0,48	14	0,64	45	39
ülesanne 3								
0	29	0,48	6	0,18	1	0,05	36	31
I	0	0,00	2	0,06	0	0,00	2	2
II	12	0,20	3	0,09	3	0,14	18	16
III	9	0,15	12	0,36	3	0,14	24	21
IV	10	0,17	10	0,30	13	0,59	33	29
V	0	0,00	0	0,00	1	0,05	1	1
ülesanne 4								
I	13	0,22	3	0,09	0	0,00	16	14
II	45	0,75	26	0,79	5	0,23	76	66
III	2	0,03	4	0,12	14	0,64	20	17
IV	0	0,00	0	0,00	3	0,14	3	3
ülesanne 5								
I	31	0,52	0	0,00	0	0,00	31	27
II	29	0,48	14	0,42	2	0,09	45	39
III	0	0,00	19	0,58	18	0,82	37	32
IV	0	0,00	0	0,00	2	0,09	2	2

n – esinemissagedus

Kolmandasse klastrisse kuuluvaid vastuseid andud õpilasi iseloomustab nelja viimase ülesande lõikes enim III kategooria (tabel 21), st antud testis iseloomustab struktureeritud loodusteadusliku kirjaoskuse taset SOLO mitmetahulisuse kategooria: vastus on õige, aga ainete/valdkondade vahelisi seoseid ei looda – mõisteid kasutatakse protsesside kirjeldamiseks,

aga erinevatest ainetest tuntud protsesse omavahel ei seostata; valdkondade kaupa on tekkinud isiklikud arusaamad. Ülesandes, mis meenutab koolis tuttavat situatsiooni, võivad antud kategooria õpilased valdkondade ja ainevahelisi teadmisi ka omavahel seostada (vastused kuuluda IV kategooriasse), kuid nende mõistekaardil esitatud argumentatsioonil puudub uudne mõõde ja ühiskondlikult laiem kontekst.

Teise klastrisse kuulunud vastuseid andnud õpilastele on iseloomulik II kategooria vastused sotsiaalteaduslike probleemide nägemisel ja kirjeldamisel. Järelikult eristab selle klatri vastuseid eelmisest see, et neis puudub isiklik arvamus sotsiaalteaduslike probleemide identifitseerimisel, määratlemisel ja välja toomisel. Ka eristab see, et väiksema arvu õpilaste vastused on kõrgemates kategooriates ja rohkem õpilasi jätab testi esimeses osas mõistete rühmitamise ja mõistekaardi koostamise ülesanded tegemata (tabel 20).

Esimesse klastrisse kuulunud vastuseid andnud õpilasi iseloomustab sotsiaalteaduslikus situatsioonis meediatekstide sõnastuste kasutamine või uskumuste ja hoiakute väljendamine. Nende hulgas on enim neid, kes jätavad testi I osa ülesanded tegemata (tabel 20). Need, kes antud ülesande siiski sooritavad on pigem kas I-s või III-s kategoorias. Kuna esimesse klastrisse kuulub 52 % õpilastest võib öelda, et antud valimi õpilasi iseloomustab pigem ainete ja valdkondade ülese sügavama terviklik pildi puudumine transrasvhapete teemal ning nende teadmised pigem fragmentaarsed.

4. Arutelu ja järeldused

1. Millised kategooriad iseloomustavad interdistsiplinaarsete mõistete omandatust 11. ja 12. klassi õpilaste poolt?

Interdistsiplinaarse mõiste sisu reprodutseerimisel olid 11. klasside õpilased edukamad 12. klasside õpilastest, seega on antud juhul oluline, kui palju aega on möödas õppimisest. Esimese ülesande puhul esines probleem selles, et õpilased seostavad transrasvhapete mõistet kas keemia- või bioloogiaõpiku definitsiooniga (30 % enam bioloogiaõpikus esitatuga), st neil ei teki ainete ülest arusaama. Seda, et Eesti õpilastel on raskusi seostada ühe ja sama mõiste kohta käivat informatsiooni, mis on omandatud erinevates õppeainetes, näitavad ka varasemad põhikooli õpilastega läbi viidud uuringud (Reimets ja Tamm, 2007; Murulaid, 2010). Sama probleemi nähakse ka gümnaasiumiõpilaste hulgas, kellede oskus ainealaseid teadmisi reprodutseerida on õppeaine-spetsiifiline (Rannikmäe, Reiska ja Soobard, 2014).

Kõrgemat järku kognitiivsed oskused nagu protsessiga seotud mõistete rühmitamise, mõistekaardi koostamise, sotsiaalteaduslike probleemide ära tundmise meediatekstist, põhjendatud sotsiaalteadusliku otsuste tegemise korral – ei sõltunud õpilaste vastused enam sellest, kui palju aega oli õppimisest möödas. Seda, et Eesti kooliõpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse tase ei erine statistiliselt olulisel määral gümnaasiumi eritaseme klasside vahel, leiavad ka Soobard ja Rannikmäe (2014) oma uurimistöös. Mis tähendab, et õpilaste kõrgemat järku oskuste tase ei kasva koolis lisandunud õppeaastaga, vaid jääb samaks. Käesoleva uurimistöö tulemuste põhjal erines õpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse tase kooliti ja/või klassiti ning tendents on selles suunas, et tugevamad klassid on keskmiselt tugevamad kõigis antud ülesande aspektides. Kõigis neljas viimases ülesandes olid tugevaimad ühe kooli kaks klassi. Valimit iseloomustas ka väike õpilaste vastuste hulk või nende puudumine võimalikus kõrgeimas kategoorias. Ka PISA uuringud näitavad, Eesti kooliõpilaste seas on vähe neid (loodusteadustes 12,8), kelle teadmised on kõrgeimal tasemel, kuigi on märgata 1 – 2 %-list tõusu võrreldes 2006. ja 2009. aasta PISA testide tulemustega (HM, 2013). Kui võrrelda testi viie ülesande loodusteadusliku kirjaoskuse tulemusi, siis kõige paremini läks antud valimi õpilastel esimeses ülesandes, kus võimalikku kõrgemaisse kategooriasse asetis enim õpilaste vastuseid. Võrreldes testi I osa esimese ülesande täitmist kahe teise esimese osa ülesandega, oli õpilasi, kes ei saavutanud vähemalt I kategooria taset, kõige väiksemal hulgal esimeses

ülesandes. Soobardi ja Rannikmäe 2014. aastal avaldatud uurimistöö näitab samuti, et õpilaste jaoks on lihtsamad sellised ülesanded, mis seostuvad koolis õpitud teadmiste rakendamisega ja neil on raskusi ülesannetega, kus tuleb probleeme lahendada uues interdistsiplinaarses kontekstis.

2. Millisel määral kasutavad õpilased probleemide identifitseerimisel ja otsuste põhjendamisel bioloogia ja keemia ainekavaga seotud interdistsiplinaarseid mõisteid?

Toetudes läbiviidud analüüsile, selgus, et õpilased väldivad mõistete ja seoste abil hüdrogeenimis protsessi nimetamist, ehk antud protsessiga seotud mõistete sisu on õpilaste jaoks tõenäoliselt raskesti arusaadav (Novak ja Cañas, 2008). Üleüldiselt oli õpilastel raskusi protsessi sisu edasi andmisega: seostada etteantud protsessimõistet teiste mõistetega.

Mõistekaardi koostamise ülesande tulemustel oli statistiliselt oluline keskmine seos ülesannetega, kus õpilased pidid Eesti meedia artiklite põhjal loodud teksti abil identifitseerima, määratlema ja välja tooma sotsiaalteaduslikke probleeme ja seejärel tegema põhjendatud sotsiaalteadusliku otsuse. Mõistekaardi koostamise ülesande tulemused statistiliselt korreleerusid ka mõiste rühmitamisega. Mõistekaardi meetodiga läbi viidud mahukad uuringud näitavad, et mõistekaardi tulemused võivad kõrgelt korreleeruda teiste teadmistestide tulemustega (Mikelskis, 1999; McGaghie jt, 2000; West jt, 2000; Fischler jt, 2001; Soika ja Reiska, 2013; Reiska, 2014). Ka Newell (2001a, 2001b) leiab, et õpingute käigus tuleb mõiste erinevaid definitsioone analüüsida sügavuti, et mõista nende olemust. Selline tegevus aitab kaasa igapäevaeluliste probleemide lahendamisele, sest viimased nõuavad sageli sügavamaid ainealaseid teadmisi ja keerukamaid mõtlemisoskusi.

3. Milline on õpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse kognitiivse komponendi tase?

Antud uurimisküsimusele vastamiseks moodustati õpilaste vastuste põhjal klastrid ja neid kirjeldati läbi loodusteadusliku kirjaoskuse iseloomustamiseks loodud kategooriate.

Õpilaste vastuste põhjal moodustati kolm klastrit. Kaheosalise testi viie ülesande tulemuste põhjal saavutasid kõige tugevama klatri õpilased häid tulemusi neljas viimases ülesandes, aga interdistsiplinaarse mõiste reprodutseerimisel olid nad kõige nõrgemad.

Antud valimi piires jäi kõrgemaiks loodusteadusliku kirjaoskuse tasemeks strukturealne: sinna kuulus 19% valimi õpilastest. Seda, et õpilastel on raskusi ülesannetega, mis nõuavad kõrgemate loodusteadusliku kirjaoskuse tasemet (strukturealse ja multidimensionaalse) oskusi – loodusteadusliku sisuga probleemide lahendamist igapäeva elulistes situatsioonides ja põhjendatud otsuse tegemisest – on näidanud ka varasemad uuringud (Sadler, 2004; Sadler ja Donnelly, 2006; OECD, 2007; Murcia, 2009; Soobard ja Rannikmäe, 2011). Soobard ja Rannikmäe (2011) leiavad, et Eesti gümnaasiumiõpilased on oma probleemide lahendamise ja otsuse tegemisega seotud ülesannete vastustes pigem funktsionaalsel tasemel. Vastavat taset peab Baybee (1997) selliseks, mida kontrollitakse eksamil ja testides. Käesolevas töös transrasvhapete teemal saavutab vastava taseme 28 % õpilastest ja antud valimit iseloomustab pigem nominaalse kirjaoskuse tase, mis tähendab, et õpilane tunneb ära loodusteadusliku mõiste või nähtuse, aga sügavam mõistmine puudub. Samas on Eestis hetkel kehtivast riiklikust õppekavast (GRÕK, 2011) lähtuvalt loodusteadusliku hariduse eesmärgiks igapäevaelus vastutustundlik ja teadlik tegutsemine ja käitumine, mille iseloomulikuks jooneks on bioloogias ja keemias omandatud süsteemsete teadmiste kasutamine, loodusteaduslike, tehnoloogiaalaste ning sotsiaalteaduslike probleemide lahendamine ja põhjendatud otsuste tegemine.

Antud uurimistöö põhjal võib järeldada:

1. Gümnaasiumi lõpuklasside õpilastel on raskusi interdistsiplinaarsete mõistete seostamisega nii keemia- kui bioloogiatundidest saadud ainespetsiifiliste teadmistega. Interdistsiplinaarse mõiste reprodutseerimise oskus sõltub vastava teema käsitlemisest möödunud ajast.
2. Õpilastel on raskusi mõistete seostamisel protsessidega, samuti seostele ja mõisterühmadele tähenduse andmisega, see viitab sügavamate teadmiste puudumisele rasvade, seal hulgas transrasvhapete teemal. Loodusteaduslikke probleeme nähti ja otsuseid põhjendati valdkonniti, õpilastel puudus valdkondade ja õppeainete ülene teadmiste kasutamise oskus ning meediatekstide põhjal probleeme nähes korraldi vastavas tekstis kajastatud seisukohti.
3. Loodusteadusliku kirjaoskuse kognitiivse komponendi tasemete hindamisel (transrasvhappe mõiste sisu reprodutseerimise, protsessi nimetamiseks mõistete rühmitamise, rasvade ja sh transrasvhapete teemalise mõiste kaardi koostamise, transrasvhapete teemalise sotsiaalteadusliku teksti põhjal probleemide identifitseerimise, määratlemise ja välja toomise ning seejärel sotsiaalteadusliku

põhjendatud otsuse tegemise järgi) moodustus õpilaste vastustest kolm klastrit, mille alusel võib järeldada, et õpilaste maksimaalne võimalik loodusteaduslik kirjaoskuse tase antud teemaga seondult on strukturealne. Kõigi teiste oskuste tase, peale interdistsiplinaarse mõiste sisu reprodutseerimise, ei sõltunud sellest, mitmendas klassis õpilane õppis, küll aga erinesid õpilaste kõrgemat järku teadmised ja oskused kooli ja klassiti.

Piirangud töös: Antud töö tulemused kehtivad valimi piires ja nende põhjal ei saa järeldusi teha Eesti teiste koolide kohta.

KOKKUVÕTE

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli välja selgitada, milline on gümnaasiumi lõpuklasside õpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse tase keemia ja bioloogia tundides interdistsiplinaarset käsitlust eeldava teema kontekstis.

2016. aasta kevadel vastasid kaheosalisele ja viit ülesannet sisaldavale testile kolme kooli nelja 11. ja kahe 12. klassi 115 õpilast. Vastava kognitiivse testiga mõõdeti loodusteadusliku kirjaoskuse tasemeid läbi interdistsiplinaarsete mõistete reprodutseerimise ja seostamise, probleemi nägemise ja põhjendamisoskuse. Püstitati järgmised uurimisküsimused:

1. Millised kategooriad iseloomustavad interdistsiplinaarsete mõistete omandatust 11. ja 12. klassi õpilaste poolt?
2. Millisel määral kasutavad õpilased probleemide identifitseerimisel ja otsuste põhjendamisel bioloogia ja keemia ainekavaga seotud interdistsiplinaarseid mõisteid?
3. Milline on õpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse kognitiivse komponendi tase?

Loodusteadusliku kirjaoskuse tasemete hindamiseks analüüsis käesoleva töö autor kõigi ülesannete vastuseid ja töötas välja ühtse, omavahel hierarhilises seoses oleva viie kategooriaga süsteemi.

Uurimistulemustest selgub, et uuringus osalenud gümnaasiumi lõpuklasside õpilastel on raskusi interdistsiplinaarsete mõistete seostamisega nii keemia- kui bioloogiast omandatud teadmistega. Samuti sõltus interdistsiplinaarsete mõistete reprodutseerimise oskus vastava teemade käsitlemisest möödunud ajast, st 11. ja 12. klasside õpilaste vastused erinesid üksteisest statistiliselt olulisel määral.

Õpilastel oli raskusi mõistete seostamisel protsessidega ja mõistekaartides seoste tähenduste märkimisega. Kõrgemat järku kognitiivsete teadmiste ja oskuste nappimine rasvade, seal hulgas transrasvhapete teemal, tingis väikese õpilaste vastuste arvu ülesannete võimalikes kõrgemates vastuste kategooriates. Madalamatesse kategooriatesse sobitunud vastused iseloomustavad loodusteadusliku kirjaoskuse nominaalset taset. Loodusteaduslikke probleeme nähti ja otsuseid põhjendati valdkonniti, õpilastel puudusid valdkondade ja õppeainete ülesed teadmised. Näiteks meediatekstide põhjal probleeme välja tuues korraldi vastavas tekstis kajastatud seisukohti neid interpreteerimata.

Õpilaste vastuste põhjal moodustus kolm klastrit, mille alusel on võimalik kirjeldada loodusteadusliku kirjaoskuse kognitiivse komponendi tasemeid. Loodusteadusliku kirjaoskuse kognitiivse tasemete kirjeldamise olulisemad teadmised ja oskused olid transrasvhappe mõiste sisu reprodutseerimine, protsessi nimetamiseks mõistete rühmitamine, rasvade ja sh transrasvhapete teemalise mõiste kaardi koostamine, transrasvhapete teemalise sotsiaalteadusliku teksti põhjal probleemide identifitseerimine, määratlemine ja välja toomine ning seejärel sotsiaalteadusliku põhjendatud otsuse tegemine. Moodustatud klastritele vastav kõrgeim kirjaoskuse tase oli strukturealne. Õpilaste teadmised ja kõrgemat järku kognitiivsed oskused (sotsiaalteaduslike probleemide identifitseerimine ja otsuste põhjendamine) erinesid koolide ja klasside lõikes.

Loodusteadusliku kirjaoskuse edendamiseks tuleks erinevates õppeainetes õpetatavaid mõisteid käsitleda ainete ülestena ja protsessipõhiselt. Oluline on lahendada igapäevaeluga seotud ülesandeid, mis aitaksid õpilastel arendada sotsiaalteaduslike probleemide nägemise-, ja põhjendatud otsuste tegemise oskusi ning kujundaksid selle läbi ainete ja valdkondade üleseid teadmisi.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Aikenhead, G. (1994).** What is STS science teaching? In J.Solomon, G. Aikenhead (Toim.), *STS education. International perspectives on reform.* (169-186). New York: Teachers College Press.
- Ait, K. ja Rannikmäe, M., (2014).** 21. sajandi oskused – milleks ja kellele neid vaja on? M. Rannikmäe, R. Soobard (Toim.). *Paradigmaatilised suundumused loodusainete õpetamisel üldhariduskoolis.* (33-41). Eesti: Eesti Ülikoolide Kirjastus.
- Aaviksoo, J. (2013).** Kas Eesti kool on huvitav? *Õpetajate leht.* <http://opleht.ee/7940-jaak-aaviksoo-kas-eesti-kool-on-huvitav/> (22.05.2016).
- Biggs, J. (1996).** Constructing Learning, and What It Is to Understand. J. Biggs (Toim.). *Testing: To Educate or To Select? Education in Hong Kong at the Crossroads.* (46 – 84). Hong Kong, Hiina: Hong Kong Educational Publishing Co.
- Biggs, J. (2016).** John Biggs: *SOLO Taxonomy*, <http://www.johnbiggs.com.au/academic/solotaxonomy/> (20.05.2016).
- Biggs, J. B. ja Collis, K. (1982).** *Evaluating the Quality of Learning: the SOLO taxonomy.* New York: Academic Press.
- Biggs, J. ja Tang, C. (2009).** *Õppimist väärtustav õpetamine ülikoolis: keskmes õppija tegevused.* Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Biological Sciences Curriculum Study (BSCS). (1993).** Developing Biological Literacy: A Guide to Developing Secondary and Post-Secondary Biology Curricula. Oklahoma, Ameerika Ühendriigid: Kendall Hunt Publishing Company.
- Bybee, R.W. (1993).** The New Transformation of Science Education. R.W. Bybee (Toim.). *Reforming science education. Social perspectives & personal reflections.* (5–19). New York: Teachers College Press.
- Bybee, R.W. (1997).** Toward an understanding of scientific literacy. W. Gräber ja C. Bolte (Toim.), *Scientific literacy: An International symposium* (37 – 68). Kiel, Saksamaa: IPN.
- Bybee, R.W. ja Fuchs, B. (2006).** Preparing the 21st Century Workforce: A New Reform in Science and Thechnology Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 349-352.
- Boix Mansilla, V. ja Gardner, H. (2003).** *Assessing Interdisciplinary Work at the Frontier: An Empirical Exploration of „Symtoms of Quality.”* GoodWork Project Report Series, 26. Pariis: CNRS ja Institut Nicod.
- <http://evergreen.edu/washingtoncenter/docs/resources/boixgardner.pdf> (20.05.2016).

- BSCS. (1993).** *Developing Biological Literacy: A Guide to Developing Secondary and Post-secondary Biology Curricula*. Colorado Springs, Ameeriga Ühendriigid: BSCS.
- Bromme, R. (2000).** Beyond one's own perspective: The psychology of cognitive interdisciplinarity. P. Weingart ja N. Stehr (Toim.). *Practising interdisciplinarity*. (115-133). Toronto: University of Toronto Press.
- Campbell, D. (1969).** Ethnocentrism of disciplines and the Fish-scale model of omniscience. M. Sherif ja C. Sherif (Toim.). *Interdisciplinary relations in the social sciences*. (328-348). Chicago, Ameeriga Ühendriigid: Aldine.
- Cañas, A.J. ja Novak, J.D. (2009).** *The Origin and Development of Concept Maps*.
<http://cmap.ihmc.us/docs/origins.php> (22.03.2016).
- Choi, K., Lee, H., Shin, N., Kim, S., ja Krajcik, J. (2011).** Re-Conceptualization of Scientific Literacy in South Korea for the 21st Century. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 670-697.
- Cohen, L., Manion, L., ja Morrison, K. (2000).** *Research methods in education (6th ed)*. London: Routledge Publishers.
https://www.researchgate.net/publication/271831938_Research_Methods_in_Education (28.03.2016).
- Collins, N. D. (1994).** *Metacognition and Reading to Learn*. Institute of Education Sciences (ERIC). Ameerika Ühendriigid: Indiana University.
<http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED376427.pdf> (18.04.2016).
- Correia, P. R. M. (2012).** The use of concept maps for knowledge management: from classrooms to research labs. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 402(6), 1979-1986.
- DeBoer, G.E. (2011).** The globalization of science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 567–591.
- Dillon, J. (2009).** On scientific literacy and curriculum reform. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4, 201–213.
- Eijck, M. (2012).** Capturing the dynamics of science in science education. B. J. Fraser, K. G. Tobin, Campbell ja J. McRobbie (Toim.), *Second International Handbook of Science Education (Volume 2)*, (1029–1040). Madalmaad: Springer.
- European Commission (EC). (2004).** *Europe needs more scientists*. Report of a High Level Commission. Brüssel: European Commission.
- European Commission (EC). (2007).** *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Report by a High Level Group on Science Education. Brüssel: European Commission.

Eurydice, (2011). Science education in Europe: National policies, practices and research. Brüssel: Education, Audiovisual and Culture Executive Agency.

<http://eacea.ec.europa.eu/education/Eurydice/> (17.01.2016).

Fischer, H., Peuckert, J., Dahncke, H., Behrendt, H., Reiska, P., Pushkin, D., Bandiera, M., Vicentini, M., Fischler, H., Hucke, L., Gerull, K. ja Frost, J. (2001). Concept Mapping as a Tool for Research in Science Education. H. Behrendt, H. Dahncke, R. Duit, W. Gräber, M. Komorek, A. Kross, P. Reiska (Toim.): *Research in Science Education – Past, Present and Future*. (217-224). Dordrecht, Madalmaad: Kluwer Academic Publishers.

Fraser, B.J. and Walberg, H.J. (1995). Improving Science Education. B.J. Fraser ja H.J. Walberg (Toim.): *Society for the Study of Education*. Chicago, Mehhiko: University of Chicago Press.

Feinstein, N. (2010). Salvaging science literacy. *Science Education*, 95(1)168 – 185.

Fernandez, C., Holbrook, J., Mamlok-Naaman, R. ja Coll, R.K. (2013). How to teach science in emerging and developing environments. I. Wilks ja A. Hofstein (Toim.). *Teaching Chemistry – A Study Book. A Practical Guide and Textbook for Student Teacher, Teacher Trainees and Teachers*. (299-326). Madalmaad: Sense Publishers.

Fodor, J., Garrett, M., Walker, E. ja Parkes, C. M. (1980). Against definitions. *Cognition*, 8. (263–367). Cambridge, Suurbritannia: MIT Press.

Foster, J.S. ja N. Shiel-Rolle (2011). Building scientific literacy through summer science camps: a strategy for design, implementation and assessment. *Science Education International* 22, 85-98.

Goldstone, R. L., Kersten, A. ja Cavalho, P. F. (2012). Concepts and Categorization. A. F. Healy ja R. W. Proctor (Toim.). *Comprehensive handbook of psychology, Volume 4: Experimental psychology*. (607-630). New Jersey, Ameeriga Ühendriigid: Wiley.

<http://www.indiana.edu/~pcl/2012/09/concepts-and-categorization/> (22.03.2016).

Gümnaasiumi riiklik õppekava (GRÕK). (2011). Riigi Teataja I, 06.01.2011, 2.

<https://www.riigiteataja.ee/akt/114012011002> (22.05.2016).

Haridus ja Teadusministeerium (HM). (2010). PISA 2009 – Eesti tulemused.

http://uuringud.ekk.edu.ee/fileadmin/user_upload/documents/PISA_2009_Eesti.pdf (01.02.2016).

Haridus ja Teadusministeerium (HM). (2013). PISA 2012: Eesti tulemused. Tallinn.

https://www.hm.ee/sites/default/files/pisa_2012_eesti_tulemused.pdf (12.04.2016).

Harlen, W. (Toim.) (2010). *Principles and big ideas of science education*. Hatfield, Suurbritannia: Association for Science Education. <http://cmaste.ualberta.ca/en/Outreach/>

[/media/cmaste/Documents/Outreach/IANASInterAmericasInquiry/PrinciplesBigIdeasINSciEd.pdf](#) (23.03.2016).

Henno, I., Tire, G., Lepmann, T., Reiska, P. ja Ehala, M. (2007). Ülevaade rahvusvahelise õpilaste õpitulemuslikkuse hindamise programmi PISA 2006 tulemustest. Tallinn.

http://uuringud.ekk.edu.ee/fileadmin/user_upload/documents/PISA_16pparuanne_041207.pdf (01.02.2016).

Hoffmann, J. (1994). Kognitiivne Psychologie. R. Asanger ja G. Wenninger (Toim.). *Handwörterbuch Psychologie*. (352 – 356). Weinheim, Saksamaa: Beltz.

Holbrook, J. (1998). Operationalising scientific and technology literacy: A new approach to science teaching. *Science Education International*, 9(2), 15 – 19.

Holbrook, J. (2008). Introduction to the special issue of science education international devoted to PARSEL. *Science Education International*, 19, 257–266.

Holbrook, J. (2010). Education through science as a motivational innovation for science education for all. *Science Education International*, 21(2), 80–91.

Holbrook, J. ja Rannikmäe, M. (2009). The Meaning of Scientific Literacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3). (275 – 288).

Hsu, L-L. (2004). Developing concept maps from problem-based learning scenario discussions. *Journal of Advanced Nursing*, 48(5), 510-518.

Hook, P. (2012). *The Learning Process*.

http://pamhook.com/wiki/The_Learning_Process>/ (22.05.2016).

Hurd, P.D. (1958). Science literacy: Its meaning for American schools. *Educational Leadership*, 16, 13 – 16.

Ilves, T.H. (2014). *Vabariigi President Eesti Vabariigi 98. aastapäeval 24. veebruaril 2014*. Tallinn: Vabariigi Presidendi Kantselei. <https://president.ee/et/ametitegevus/koned/9862-2014-02-24-16-05-12/> (22.05.2016).

Jantsch, E. (1972). Towards interdisciplinarity and transdisciplinarity in education and innovation. G. Berger, A. Briggs ja G.M.L. Apostel (Toim.). *Interdisciplinarity: Problems of teaching and research in universities*. (97-121). Pariis: Organization for Economic Cooperation and Development.

Klein, J.T. ja Newell, W.H. (1997). Advancing interdisciplinary studies. J. Gaff, J. ja J. Ratcliff (Toim.). *Handbook of the undergraduate curriculum*. (393-415). San Francisco, Ameerika Ühendriigid: Jossey-Bass.

Laugksch, R.C. (2000). Scientific Literacy: A conceptual overview, *Science Education*, 84(1), 71 – 94.

- Leahey, T. ja Harris, R. (1997).** *Learning and Cognition*. Upper Saddle River, New Jersey; Ameerika Ühendriigid: Prentice Hall.
- Lee, Y. C. (2007).** Developing decision-making skills for socio-scientific issues. *Journal of Biological Education*, 41, 170- 177.
- Levy F. ja R. J. Murnane. (2005).** *The new division of labor: How computers are creating the next job market*. New York: Princeton University Press.
- Maitland, L. (2000).** Ideas in practice: Self-regulation and metacognition in the reading lab. *Journal of Developmental Education*, 24(2), 26–32.
- McGaghie, W.C., McCrimmon, D.R., Thompson, J.A., Ravitch, M.M. ja Mitchell, G. (2000).** Medical and veterinary student's structural knowledge of pulmonary physiology concepts. *Academic Medicine*, 75, 362–368.
- McGrath, E. J. (1978).** An integration of knowledge and experience. *Change: Report on Teaching*, 10(7), 69. <http://www.jstor.org/stable/40177077> (25.05.2016).
- Meeth, L.R. (1978).** Interdisciplinary studies: A matter of definition. *Change: Report on Teaching*, 10(7), 10. <http://www.jstor.org/stable/40177078> (25.05.2016).
- Mikelskis, H.F. (1999).** Empirische Studie über den Einfluß von Lernvoraussetzungen und Lernumgebungen auf Lernerfolg. R. Brechel (Toim.). *Zur Didaktik der Physik und Chemie – Probleme und Perspektiven* (179 – 181). Alsbach/ Bergstr, Saksamaa: Leuchtturm.
- Mikser, R., Reiska, P., Rohtla, K. ja Dahncke, H. (2008).** Paradigm Shift for Teachers: Interdisciplinary Teaching. J. Holbrook, M. Rannikmäe, P. Reiska, P. Ilsley (Toim.). *The Need for a Paradigm Shift in Science Education for Post Soviet Societies: Research and Practice*. (86-102). Saksamaa: Peter Lang Verlag.
- Millar, R. (2006).** Twenty first century science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499–1521.
- Miller, J.D. (1996).** Scientific Literacy for Effective Citizenship. Robert E. Yager (Toim.), *Science/Technology/Society. As Reform In Science Education*. New York: State University of New York Press.
- Miller, J.D. (1998).** The measurement of civic scientific literacy. *Public Understanding of Science*, 7, 203–223.
- Murcia, K.(2009).** Re-thinking the Development of Scientific Literacy Through a Rope Metaphor. *Research Science education*, 39(2), 215-229.
- Murphy, G. L. (2002).** *The big book of concepts*. Cambridge, Suurbritannia: MIT Press.

- Nael, M. (2015).** USA keelustab transrasvad. *Eesti Rahvus Ringhäälingu uudisteportaal*.
<http://uudised.err.ee/v/valismaa/156c30e0-9de2-466a-9a43-f082e50a498b> (17.10.2015).
- Murulaid, R. (2010).** Füüsika ja keemia lõiming. *Põhikooli valdkonnaraamat: Loodusained*.
http://www.oppekava.ee/index.php/F%C3%BC%C3%BCsika_ja_keemia_l%C3%B5iming
 (14. 05. 2016).
- Newell, W. H. (2013).** *Of The Field: Interdisciplinary Theory*. Issues In Interdisciplinary Studies, 31, 22-43. https://www.researchgate.net/profile/William_Newell/publications
 (20.05.2016).
- Newell, W. H. (2001a).** Powerful Pedagogies. B. Leigh Smith ja J. McClann (Toim.). *Reinventing Ourselves: Interdisciplinary Education, Collaborative Learning, and Experimentation in Higher Education*. (196-211). Bolton, Suurbritannia: Anker Publishing Company, Inc.
- Newell, W. H. (2001b).** *A Theory of Interdisciplinary Studies*. Issues In Integrative Studies, 19, 1-25. https://www.researchgate.net/profile/William_Newell/publications (20.05.2016).
- Novak, J.D. ja Cañas, A.J. (2008).** The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them. Technical Report IHMC CmapTools.
<https://www.uibk.ac.at/tuxtrans/docs/TheoryUnderlyingConceptMaps-1.pdf> (23.03.2016).
- OECD. (2007).** *PISA 2006. Science competencies for tomorrow's world*. Volume I: Analysis. Pariis: OECD Publishing.
- Ormrod, J.E. (2006).** *Educational Psychology: Developing Learners: 5th edition*. Upper Saddle River, New York: Pearson Merrill Prentice Hall.
- Osborne, J. ja Collins, S. (2001).** Pupils' views of the role and value of the science curriculum: a focus-group study. *International Journal of Science Education*, 23(5), 441 – 467.
- Partnership for 21st Century Skills (P21). (2008).** *21st century skills, education & competitiveness. A Resource and Policy Guide*.
http://www.p21.org/storage/documents/21st_century_skills_education_and_competitiveness_guide.pdf, (25.05.2016)
- Pilli, E., Rutiku, S., Valk, A., ja Vanari, K. (2009).** *Väljundipühine õppekava kõrghariduses*. Eesti: Archimedes.
- Pullerits, P. (2009).** Esileedi Evelin Ilves läheb Kaleviga komisjoni. *Postimees*.
<http://tervis.postimees.ee/167959/esileedi-evelin-ilves-laheb-kaleviga-kommisotta>
 (27.10.2015).

- Rannikmäe, M., (2005).** Loodusteadusliku kirjaoskuse kujundamine üldhariduskoolis. I. Henno (Toim.). *Loodusainete õpetamisest koolis I osa.* (7-14). Tallinn: Tallinna Raamatutrükikoda.
- Rannikmäe, M. (2010).** Loodusteaduste- ja tehnoloogiaalase kirjaoskuse kujundamine. *Põhikooli valdkonnaraamat: Loodusained 2010.*
http://www.oppekava.ee/index.php/Loodusteaduste-ja_tehnoloogiaalase_kirjaoskuse_kujundamine (22.03.2016)
- Rannikmäe, M., Teppo, M., Holbrook, J. (2010).** Popularity and Relevance of Science Education Literacy: Using a Contextbased Approach. *Science Education International*, 21 (2), 116-125. <http://eric.ed.gov/?id=EJ890666> (26.07.2016).
- Rannikmäe, M., Reiska, P. ja Soobard, R. (2014).** Loodusteaduslik kirjaoskus gümnaasiumiõpilaste karjäärivaliku mõjutajana (LoTeGüm). Unpublished research report. Tartu, Eesti.
- Rannikmäe, M. ja Soobard, R. (2014).** Loodusteaduslik ja tehnoloogia-alane kirjaoskus ja selle erinevad tasemed. M. Rannikmäe ja R. Soobard, (Toim.) *Paradigmaatilised suundumused loodusainete õpetamisel üldhariduskoolis: Õpik kõrgkoolile.* (11 – 21). TÜ Loodusteadusliku Hariduse Keskus, Tartu: Eesti Ülikoolide Kirjastus.
- Reimets, B. ja Tamm, L. (2007).** Kas aatom on füüsikas sama mis keemias?. Haridus, 9-10. http://haridus.opleht.ee/Arhiiv/9_102007/index.html (23.05.2016).
- Reiska, P. (2005).** *Experimente und Computersimulationen. Empirische Untersuchung zum Handeln im Experiment und am Computer unter dem Einfluss von physikalischem Wissen.* Saksamaa: Peter Lang Verlag. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/a2faea67-47b7-4285-8107-2cc84bb12e7f> (28.04.2016).
- Reiska, P. (2009).** Mõistekaardid IKT abil. K. Pata ja M. Laanpere (Toim.). *Tiigriõpe: Haridustehnoloogia käsiraamat.* (101-116). Tallinn: Tallinna Ülikool.
- Reiska, P. (2014).** Mõistekaardi meetodi kasutamine õppimisel ja õpetamisel. Rannikmäe, M ja Soobard, R. (Toim.) *Paradigmaatilised suundumused loodusainete õpetamisel üldhariduskoolis: Õpik kõrgkoolile.* (119 – 135). TÜ Loodusteadusliku Hariduse Keskus, Tartu: Eesti Ülikoolide Kirjastus.
- Repko, A. F. (2008).** Assessing interdisciplinary learning outcomes. *Academic Exchange Quarterly*, 12(24), (171-178).
- Roberts, D.A. (2007).** Scientific literacy/ science literacy. S.K. Abell & N.G. Lederman (Toim.) *Handbook of research on science education* (729-780). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Roth, W.-M. ja Lee, S. (2004).** Science Education as/for Participation in the Community. *Science Education*, 88(2), 263–291.
- Ruiz-Primo, M. A., Schultz, S. E., Li, M. ja Shavelson, R. J. (2001).** Comparison of the reliability and validity of scores from two concept-mapping techniques. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 260-278.
- Samel, M. (2009).** *Meedias ilmunud artiklite mõistmine kui loodusteadusliku kirjaoskuse komponent*. Magistritöö. Tartu: Tartu Ülikool, loodus- ja tehnoloogiateaduskond, loodusteadusliku hariduse lektoraat. https://www.ut.ee/biodida/magfail/samel_2009.pdf (22.06.2015).
- Sadler, T. D. (2004).** Informal reasoning regarding socio-scientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513–536.
- Sadler, T. D. ja Donnelly, L. A. (2006).** Socioscientific Argumentation: The effects of content knowledge and morality. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1463–1488..
- Scott, C.L. (2015).** THE FUTURES of LEARNING 2: What Kind of Learning For the 21st Century?. UNESCO Education Research and Foresight. Pariis. [ERF Working Papers Series, No 14] <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002429/242996e.pdf> (25.05.2016).
- Sjøberg, S. (2002).** The SAS-study: Science and Scientists. Science for the children? Report from the SAS-project, a cross-cultural study of factors of relevance for the teaching and learning of science and technology. *Acta Didactica*, 1. Norra: University of Oslo. http://folk.uio.no/sveinsj/sas_report_new%20.pdf (12.01.2016).
- Soika, K. ja Reiska, P. (2013).** Large scale studies with concept mapping. *Journal for Educators, Teachers and Trainers*, 1, 142 – 153.
- Soobard, R. (2015).** *A study of gymnasium students' scientific literacy development based on determinants of cognitive learning outcomes and self-perception*. Doktoritöö. Tartu: Tartu Ülikooli kirjastus. http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/48205/soobard_regina.pdf?sequence=1&isAllowed=y (27.05.2016).
- Soobard, R. ja Rannikmäe, M. (2011).** Assessing student's level of scientific literacy using interdisciplinary scenarios. *Science Education International*, Vol.22, 2(2). (133- 144).
- Soobard, R. ja Rannikmäe, M. (2014).** Upper Secondary students' self-perceptions of both their competence in problem solving, decision making and reasoning within science subjects and their future careers. *Journal of Baltic Science Education*, 13(4), 544-558.

- Steward, P.W., Cooper, S.S. ja Moulding, L.R. (2007).** Metacognitive Development in Professional Educators. *The Researcher*, 21(1), lk 32-40. <http://www.nrmera.org/wp-content/uploads/2016/02/Researcherv21n1Stewart.pdf> (24.03.2016).
- Stewart, V. (2010).** A classroom as wide as the world. H. Hayes Jacobs (Toim.). *In Curriculum 21: Essential Education for a Changing World*. (97–114). Alexandria, Egiptus: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Tenhunen, A., Hain, E., Venäläinen, J., Tihtarinen-Ulmanen, M., Holopainen, M., Sotkas, P. ja Happonen, P. (2012).** *Bioloogia gümnaasiumile I*. Tallinn: Avita.
- Tolman, E.C., (1948).** Cognitive Maps in Rats and Men. *The Psychological Review*, 55(4), 189-208. <http://psychclassics.yorku.ca/Tolman/Maps/maps.htm> (13.01.2016).
- Turner, R.S. (2008).** Why we teach school science, and why we know why matters. *Keynote Address to the CRYSTAL Atlantique Annual Colloquium*. Fredericton; Kanada.
- Tuulmets, A. (2002).** *Orgaaniline keemia: Õpik gümnaasiumile*. Tallinn: Avita.
- Tytler, R. (2007).** Re-imagining science education engaging students in science for Australia's future. *Australian Education Review*, 51. Victoria, Australia: ACER Press.
- Uustalu, A. (2009).** Evelin Ilves: Kalevi kommid on krapp. *Õhtuleht*. <http://www.oh tuleht.ee/348053/evelin-ilves-kalevi-kommid-on-krapp> (17.10.2015).
- West, D.C., Pomeroy, J.R., Park, J.K., Gerstenberger, E.A. ja Sandoval, J. (2000).** Critical thinking in graduate medical education: a role of concept mapping assessment? *JAMA*, 284, (1105–1110). <http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=193038> (28.03.2016).
- Wilkes, L., Cooper, K., Lewin, J., Batts, J. (1999).** Concept mapping: promoting science learning in BN learners in Australia. *The Journal of Continuing Education in Nursing*, 31, 37-44.
- Wilmarth, S. (2010).** Five socio-technology trends that change everything in learning and teaching. H. Hayes Jacobs (Toim.). *In Curriculum 21: Essential education for a changing world*. (80–96). Alexandria; Egiptus: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Wittgenstein, L. (1953).** *Philosophical Investigations* (G. E. M. Anscombe, trans.). New York; Ameeriga Ühendriigid: Macmillan.
- www.forte.ee. (2009). Transrasvad — kuidas nad meie tervist kahjustavad?. *Forte*. <http://forte.delfi.ee/news/teadus/transrasvad-kuidas-nad-meie-tervist-kahjustavad?id=25938245>, (17.10.2015)

Zohar, A. ja Dori, Y. J. (2012). Introduction. A. Zohar ja Y.J. Dori (Toim.). *Metacognition in science education: Trends in current research, Contemporary Trends and Issues in Science Education*, vol 40. (1) Heidelberg, Saksamaa: Springer.

SUMMARY

Master's thesis title: „Determining the level of cognitive component of scientific literacy in interdisciplinary settings“

The aim of this master thesis was to determine the level of scientific literacy of secondary school final grade students in the context of a subject requiring an interdisciplinary approach through chemistry and biology lessons.

In the spring of 2016, 115 students from three schools (four 11th grade classes and two 12th grade classes) participated in answer a test, which consisted of two parts and five assignments. Levels of scientific literacy were determined on the basis of the cognitive test through reproducing and connecting interdisciplinary concepts, problem identification and reasoning skills. The following research questions were posed:

1. Which categories are characterize the acquisition of interdisciplinary concepts by 11th and 12th grade students?
2. To what extent do students use interdisciplinary concepts related with chemistry and biology for identification of problems and reasoning of decisions?
3. What is the level of the cognitive component in students' scientific literacy?

For estimating the levels of scientific literacy, the author of this thesis analysed all assignment responses and determined a unified five-category system, in which components have a hierarchical relationship.

The research results show that the students have difficulties in linking the interdisciplinary concepts with the knowledge acquired from chemistry and biology lessons. The ability to reproduce the interdisciplinary concepts also depended on the length of time fo studying these subjects, since these concepts were discussed in the classroom, i.e. the responses of 11th and 12th grade students were statistically significantly different from each other.

The lack of higher-order cognitive knowledge and skills on the subject of fats, including trans fatty acids, led to a small number of students' responses in the higher response categories. Responses, matching with the lower categories, were characterized by a nominal level of scientific literacy. The scientific problems were seen and the decisions reasoned on a sectorial basis; the students did not possess knowledge, which would have exceeded the limits of

particular issues and subjects tested. For example, in discussing the problems on the basis of media texts, the views reflected in respective texts were repeated without interpretation.

On the basis of students' responses three clusters were formed, from which it was possible to describe the levels of the cognitive component of scientific literacy. The most relevant knowledge and skills for describing the cognitive levels of scientific literacy were reproduction of definition of trans fatty acids', clustering of concepts for naming a process, compilation of a concept map on the subject of fats and trans fatty acids, identification, determination and bringing out the problems from the social science text on the subject of trans fatty acids and making a socioscientifically reasoned decision. The highest literacy level responding to the formed clusters was 'structural'. Students' knowledge and higher-order cognitive skills (identification of social science problems and reasoning of decisions) differed by school and class.

For advancement of scientific literacy, the concepts taught in various subjects, should be regarded across the disciplines and be based on a process. It is important to solve assignments connected with everyday-life, which help students to develop the skills of identifying the socio-scientific problems and making reasoned decisions, through acquiring wider knowledge across the subjects and disciplines.

LISAD

Lisa 1. Interdistsiplinaarne test „Rasvad ja toitumine“

Lisa 2. Tabelid

Lisa 3. Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

LISA 1. Interdistsiplinaarne test „Rasvad ja toitumine“

Nimi Klass Kuupäev

Test „RASVAD ja TOITUMINE“: I OSA **Täitmiseks aega 20 minutit**

Ülesanne 1. Tõmba ring ümber tõestele väidetele

Transrasvhapped on: **a)** küllastumata rasvhapped, mis sisaldavad vähemalt ühte transkonfiguratsiooniga kaksiksidet, **b)** rasvade osalisel hüdrogeenimisel saadud küllastunud rasvhapped, **c)** täielikult küllastunud rasvhapped, **d)** küllastumata rasvhapped, **e)** tööstuslikud molekulid, milles küllastumata rasvhapete kaksiksidemed on hüdrogeenimisel muudetud üksiksidemeks, et saada tahkeid rasvu.

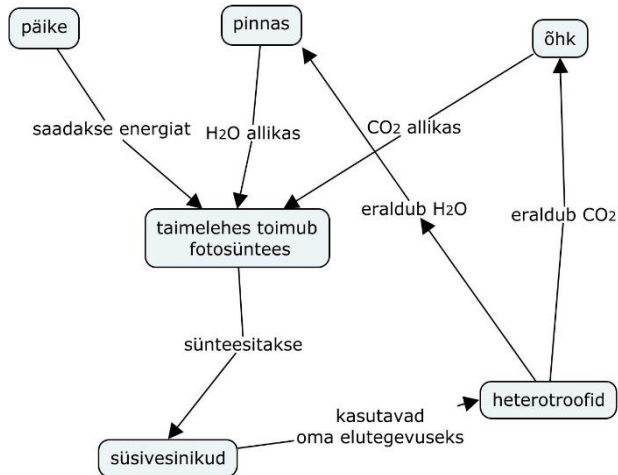
Ülesanne 2. Rühmitage järgmised mõisted nii, et igal rühmal oleks mingi tähendus ja kasutatud oleks mõistet „transrasvhapped“ (rühmas peab olema vähemalt 4 mõistet).

Põhjenda, miks koostasid just sellise/sellised rühma/rühmad.

Rasv, hüdroolüüs, rasvhapped, glütserool, adenosintrifosfaat, vesi, CO₂, energia, hüdrogeenimine, küllastumata rasvhape, küllastunud rasvhape, lipiidid, rakumembraan, transrasvhapped, ümberesterdamine, katalüsaator, fosfolipiid, rasvlahustuvad vitamiinid, õli.

Sõnad	Põhjendus
-------	-----------

Ülesanne 3. Tee mõistekaart „Rasvad toitumisel“, kus kasutad järgmisi mõisteid: seedimine, toiduainete tööstus, rakumembraan, transrasvhapped. Lisa veel vähemalt 10 mõistet. Võid kasutada nii termineid, arve, reaktsioone, kui ka igapäevaelu nähtuste ja protsessidega seostuvaid sõnu. Näita ära, kuidas on mõisted omavahel seotud (kirjuta nooltele võimalik seos).



Näide 1. Süsineikuringe

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines, typical of primary school writing paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Kas Eesti riigis võiksid transrasvhapped keelustatud olla?: ... Põhjenda vastust:

[illegible]

LISA 2. Tabelid

Tabel 1. Viie ülesande kategooriate statistiline iseloomustus

Ülesanne	Klass	N	Mean Rank	χ^2	p
Interdistsiplinaarse mõiste reprodutseerimine	11.00	80	62.44	5,550	0,018
	12.00	35	47.86		
Protsessiga seotud mõistete rühmitamine	11.00	80	55.61	1,502	0,220
	12.00	35	63.47		
Mõistekaardi koostamine	11.00	80	57.04	0,232	0,630
	12.00	35	60.19		
Sotsiaalteaduslike tekstide ära tundimine meedia tekstist	11.00	80	55.38	2,316	0,128
	12.00	35	64.00		
Põhjendatud sotsiaalteadusliku otsuse tegemine	11.00	80	57.86	0,005	0,943
	12.00	35	58.31		
	Kokku	115			

a. Kruskal Wallis Test

b. Grupeeritud klasside kaupa

Tabel 2. Viie ülesande kategooriate statistiline iseloomustus

Ülesanne	Kool	N	Mean Rank	χ^2	p
Interdistsiplinaarse mõiste reprodutseerimine	1	34	62.25	1,117	0,572
	2	37	54.64		
	3	44	57.55		
Protsessiga seotud mõistete rühmitamine	1	34	39.87	19,675	0,000
	2	37	73.14		
	3	44	59.28		
Mõistekaardi koostamine	1	34	37.96	25,402	0,000
	2	37	76.46		
	3	44	57.97		
Sotsiaalteaduslike tekstide ära tundimine meedia tekstist	1	34	57.56	11,894	0,003
	2	37	69.86		
	3	44	48.36		
Põhjendatud sotsiaalteadusliku otsuse tegemine	1	34	57.29	7,698	0,021
	2	37	68.84		
	3	44	49.43		
	Kokku	115			

a. Kruskal Wallis Test

b. Grupeeritud koolide kaupa

Tabel 3. Viie ülesande kategooriate statistiline iseloomustus

Kool	Ülesanne	Klass	N	Mean Rank	χ^2	p
1	1	11	20	21.60	9.642	0.002
		12	14	11,64		
	2	11	20	18.40	0.526	0.468
		12	14	16.21		
	3	11	20	19.65	3.121	0.077
		12	14	14.43		
	4	11	20	18,05	0.231	0.631
		12	14	16.71		
	5	11	20	20.85	6.194	0.013
		12	14	12,71		
		Kokku	34			
2	1	11	16	20.22	0.417	0.519
		12	21	18,07		
	2	11	16	15.19	4.852	0.028
		12	21	21.90		
	3	11	16	17.94	0.314	0.575
		12	21	19.81		
	4	11	16	18.59	0.049	0.825
		12	21	19.31		
	5	11	16	18.47	0.078	0.780
		12	21	19.40		
		Kokku	37			
3	1	11.a	22	19.73	2.549	0.110
		11.b	22	25.27		
	2	11.a	22	26.45	4.480	0.034
		11.b	22	18.55		
	3	11.a	22	26.27	4.089	0.043
		11.b	22	18.73		
	4	11.a	22	24.30	1.417	0.234
		11.b	22	20.70		
	5	11.a	22	23.89	0.597	0.440
		11.b	22	21,11		
		Kokku	44			

a. Kruskal Wallis Test

b. Grupeeritud klasside ja koolide kaupa

Tabel 4. Ülesannete tulemuste vahelised korrelatsiooninäitajad

Ülesanne		1	2	3	4	5
1	ρ	1,000	-0.133	-0.074	-0.191	-0.079
	p		0.156	0.433	0.041	0.399
2	ρ	-0.133	1,000	0.461	0.172	0.317
	p	0.156		0.000	0.066	0.001
3	ρ	-0.074	0.461	1,000	0.344	0.318
	p	0.433	0.000		0.000	0.001
4	ρ	-0.191	0.172	0.344	1,000	0.363
	p	0.041	0.066	0.000		0.000
5	ρ	-0.079	0.317	0.318	0.363	1,000
	p	0.399	0.001	0.001	0.000	

Tabel 5. Teise ülesande etteantud mõisted

	Kool nr 1		Kool nr 2		Kool nr 3		Kokku
	11. kl (N=20)	12. kl (N=14)	11. kl (N=16)	12. kl (N=21)	11.a kl (N=22)	11.b kl (N=22)	
Etteantud mõiste	n	n	n	n	n	n	n
Rasv	7	4	9	20	15	8	63
Transrasvhape	5	6	7	17	15	9	59
küllastumata rasvhape	4	4	9	18	13	9	57
Rasvhapped	2	2	7	20	13	10	54
Energia	6	2	8	18	11	3	48
Vesi	5	1	7	18	13	9	53
küllastunud rasvhape	2	3	7	19	14	4	49
CO ₂	5	1	7	16	13	5	47
Hüdrogeenimine	3	2	6	15	8	13	47
Hüdrolüüs	4	2	6	16	8	6	42
Õli	4	1	6	14	10	4	39
Glütserool	3		6	16	7	4	36
ümberesterdamine	1	2	6	14	7	5	35
Fosfolipiid	2	2	7	15	6	3	35
rasvlahustuvad vitamiinid	3	1	7	12	10	2	35
Lipiidid	2	2	7	13	7	1	32
Adenosiinfosfaat	2	0	5	13	8	3	31
Katalüsaator	1	1	4	14	5	5	30
Rakumembraan	2	0	5	11	6	1	25

n – esinemissagedus

Tabel 6. Sotsiaalteaduslike probleemide ära tundmise meedia tekstis kõrgemate kategooriate valdkondade iseloomustus

	Kool nr 1		Kool nr 2		Kool nr 3		
	11. kl (N=20)	12. kl (N=14)	11. kl (N=16)	12. kl (N=21)	11.a kl (N=22)	11.b kl (N=22)	Kokku
Valdkondade arv	N	n	n	n	n	n	n
III kategooria							
1	3	2	5	4	2	1	17
2	0	1	0	1	0	0	2
3	1	0	1	0	0	0	2
IV kategooria							
1	0	0	0	2	0	0	2
2	0	0	0	1	0	0	1
Valdkonnad							
III kategooria							
tööstus	1	1	1	1	0	0	4
tervis	1	0	1	0	1	0	3
sotsiaal	3	3	4	1	1	1	13
eetika	0	0	1	3	0	0	4
IV kategooria	0	0	0	0	0	0	
sotsiaal	0	0	0	1	0	0	1
eetika	0	0	0	3	0	0	3

n – esinemissagedus

Tabel 7. Sotsiaalteadusliku põhjendamisoskuse kõrgemate kategooriate valdkondade iseloomustus

	Kool nr 1		Kool nr 2		Kool nr 3		
	11. kl (N=20)	12. kl (N=14)	11. kl (N=16)	12. kl (N=21)	11.a kl (N=22)	11.b kl (N=22)	Kokku
Valdkondade arv	N	n	n	n	n	n	n
III kategooria							
1	9	2	7	8	5	3	34
2	1	0	1	0	1	0	3
IV kategooria							
1	0	0	0	2	0	0	2
Valdkonnad							
III kategooria							
tööstus	1	0	4	1	1	0	7
tervis	1	0	0	1	0	0	2
sotsiaal	9	2	5	5	6	1	28
eetika	0	0	0	1	0	2	3
IV kategooria							
sotsiaal	0	0	0	2	0	0	2

n – esinemissagedus

Tabel 8. Moodustatud klastrite võrdlus

	Klaster1 (N=60)	Klaster2 (N=33)	Klaster3 (N=22)		
Ülesannete tulemused ja aspektid	Mean Rank	Mean Rank	Mean Rank	χ^2	p
Ülesanne 1					
kategooriate arvväärtused	57,18	75,77	33,59	25,274	0,000
Ülesanne 2					
kategooriate arvväärtused	49,08	63,08	74,70	11,728	0,003
Aspektid					
kasutatud mõistete arv	45,38	67,97	77,48	19,741	0,000
loogiliste rühmade	45,05	67,61	78,91	21,360	0,000
protsessiga seotud	48,54	62,08	77,68	16,828	0,000
hüdrogeenimisega seotud	55,32	55,47	69,11	8,830	0,012
rühmade arv	45,18	67,82	78,25	21,087	0,000
Loogiliste	44,83	66,47	81,23	23,831	0,000
Põhjendatud	49,24	61,18	77,11	14,899	0,001
protsessiga seotud	48,63	63,71	75,00	15,324	0,000
Ülesanne 3					
kategooriate arvväärtused	45,64	65,17	80,95	21,711	0,000
Aspektid					
mõistete arv	47,73	63,85	77,23	14,538	0,001
Õigete	47,65	64,18	76,95	14,553	0,001
protsessiga seotud	48,62	60,89	79,25	18,747	0,000
tsentraalsete	53,42	56,60	71,43	8,601	0,014
Etteantud	46,04	65,23	79,75	20,434	0,000
seoste arv	49,03	61,29	77,52	12,653	0,002
Põhjendatud	45,76	71,17	71,64	20,485	0,000
protsessiga seotud	50,42	61,65	73,20	13,254	0,001
kirjeldatud protsesside arv	48,50	61,44	78,75	19,552	0,000
sh hüdrogeenimine	56,42	59,73	59,73	1,650	0,438
kajastatud valdkondade arv	47,67	63,48	77,95	15,496	0,000
Ülesanne 4					
kategooriate arvväärtused	46,13	56,14	93,16	45,728	0,000
kajastatud valdkondade arv	45,59	69,32	74,86	20,256	0,000
Ülesanne 5					
kategooriate arvväärtused	34,37	77,61	93,05	74,232	0,000
kajastatud valdkondade arv	38,45	78,21	81,00	51,643	0,000

Tabel 9. Moodustatud klasterite võrdlus

	Klaster 1 (N=60)		Klaster 2 (N=33)		Klaster 3 (N=22)	
Ülesannete tulemused ja aspektid	mx	m	mx	m	mx	m
Ülesanne 1						
kategooriate arvväärtused	3	1,75	3	2,18	2	1,18
Ülesanne 2						
kategooria arvväärtused	3	1,22	3	1,79	3	2,27
Aspektid						
kasutatud mõistete arv	19	4,05	19	9,85	19	11,41
loogiliste rühmade	18	3,20	19	8,06	19	9,95
protsessiga seotud	6	0,98	8	2,12	13	4,00
hüdrogeenimisega seotud	6	0,30	3	0,24	5	1,14
rühmade arv	4	0,92	5	2,09	4	2,50
loogiliste	4	0,77	4	1,79	4	2,45
põhjendatud	3	0,37	4	0,91	4	1,50
protsessiga seotud	1	0,25	3	0,64	3	0,95
Ülesanne 3						
kategooriate arvväärtused	4	1,52	4	2,55	5	3,27
Aspektid						
mõistete arv	22	4,78	25	7,58	19	9,73
Õigete	20	4,20	25	6,91	19	8,64
protsessiga seotud	14	1,07	11	2,27	15	4,68
tsentraalsete	3	0,20	2	0,24	2	0,57
etteantud	3	1,23	4	2,09	4	2,68
seoste arv	23	4,40	19	6,03	18	8,59
põhjendatud	10	0,92	9	2,33	11	3,00
protsessiga seotud	4	0,27	6	0,88	9	1,95
kirjeldatud protsesside arv	1	0,20	2	0,45	4	0,95
sh hüdrogeenimine		0,33		0,09		0,09
kajastatud valdkondade arv	5	1,33	4	2,03	5	2,72
Ülesanne 4						
kategooriate arvväärtused	3	1,82	3	2,03	4	2,90
kajastatud valdkondade arv	33	1,08	3	1,73	3	1,90
Ülesanne 5						
kategooriate arvväärtused	2	1,48	3	2,58	4	3,00
kajastatud valdkondade arv	2	0,52	3	1,45	2	1,50

mx – tunnuse väärtuste hulgas suurim väärtus, m – aritmeetiline keskmine

LISA 3. Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Terje Põvvat,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Loodusteadusliku kirjaoskuse taseme kognitiivse komponendi määramine interdistsiplinaarsete teemade näitel“,

mille juhendaja on Miia Rannikmäe,

- 1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
- 1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 16.08.2016

.....

(Töö autori allkiri)